

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический  
институт  
Транспорта  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
И.М. Блянкинштейн  
подпись      инициалы, фамилия  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

**Стратегия управления системой профилактики по диагностическим  
показателям**

тема

23.04.03 "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов"

код и наименование направления

23.04.03.02 "Профилактика, надежность и безопасность на транспорте"

код и наименование магистерской программы

Научный руководитель д.т.н. профессор  
Магистрант \_\_\_\_\_

Н.Ф. Булгаков  
С.А.Полянцев

Рецензент и .о. директора МП КПАТП № 5

С.Н.Шалимов

Красноярск 2019

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |    |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ.....  | 3  |
| 1 Анализ научно-исследовательских работ российских и зарубежных ученых о совершенствовании системы обслуживания АТС..... | 6  |
| 2 Анализ существующей системы ТО и ТР В МП КПАТП № 5 .....   | 18 |
| 2.1 Краткая характеристика предприятия .....   | 18 |
| 2.2 Техничко-эксплуатационные показатели.....  | 23 |
| 2.3 Существующая система профилактики МАЗ – 103 .....  | 23 |
| 3 Технологический расчет предприятия автомобильного транспорта.....  | 27 |
| 3.1 Определение расчётных пробегов до ТО и КР .....  | 27 |
| 3.2 Определение числа КР, ТО на один автомобиль за цикл.....   | 28 |
| 3.3 Определение расчётной трудоёмкости единицы ТО и ТР / 1000 км... ..   | 31 |
| 3.4 Распределение объёма работ по производственным зонам и участкам предприятия .....                                    | 33 |
| 3.5 Выбор и обоснование режима работы зон и участков, методов организации ТО и диагностики ПС.....                       | 36 |
| 3.7 Расчет зоны ТО, участка диагностирования.....  | 37 |
| 3.8 Сравнительный анализ технико-экономических показателей и показателей полученных в процессе проектирования АТП.....   | 38 |
| 4 Анализ существующей системы профилактики АТС.....  | 40 |
| 4.1 Формирование вариационного ряда.....   | 45 |
| 4.2 Формирования карты безотказности.....  | 47 |
| 4.3 Проектирование многоступенчатой технологии профилактики .....  | 51 |
| 5 Структура управления технической диагностикой .....  | 57 |
| 5.1 Классификация диагностических систем.....  | 59 |
| 5.2 Условия эффективности применения диагностирования.....   | 60 |
| 5.3 Диагностические параметры .....  | 62 |
| 5.4 Методы организация диагностирования автомобилей.....   | 65 |
| 5.5 Изучение влияние неисправностей распылителей дизельных форсунок на эксплуатацию транспортного средства.....          | 68 |
| Заключение .....   | 81 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А .....   | 82 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....  | 83 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ В .....   | 85 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....   | 90 |

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы.** Одной из актуальных проблем является повышение уровня надежности и эффективности транспортной системы. Важнейшая роль при этом отводится автомобильному транспорту, на поддержание которого в работоспособном состоянии государство несет огромные трудовые и материальные затраты. По данным НИИАТ среднегодовой уровень эксплуатационных затрат достаточно высок и составляет 12% от себестоимости перевозок. В экстремальных природно-климатических условиях эксплуатации Сибири и Крайнего Севера затраты на поддержание соответствующего уровня технической готовности автомобильного парка значительно превышают нормативные значения. В связи с тем, что предлагаемые технико-экономические нормативы, методология их оценки и корректировки, ввиду отсутствия достаточных знаний в данном регионе существенно влияют на продолжительность простоя автобусов в неисправном состоянии. С ростом темпов развития автомобильного транспорта, в условиях широкой модернизации и изменения структуры управления автобусным парком, возросли требования к обеспечению работоспособного состояния с использованием средств диагностики.

Существующая технология ТО и ремонта, технико-экономические нормативы, модели расчета, способы организационного, технологического обеспечения с использованием средств диагностики способствуют улучшению качества ТО и ремонта автомобилей в реальных условиях эксплуатации.

В настоящее время развитию новых технологий профилактики автомобилей, несмотря на значительные государственные издержки на поддержание автобусов в работоспособном состоянии, как показывает анализ, не уделяется внимания. Поэтому в регионе отсутствуют знания о закономерности изнашивания элементов, лимитирующие безотказность автомобилей. Что приводит систему ТО и ремонта в неуправляемое состояние. Образуется хаос. Подсистема ТР работает с перегрузкой, либо с недогрузкой. Проявляется множество сходов с линии. Чтобы улучшить качество работы существующей системы ТО, целесообразно знать закономерность проявления отказов. Располагать новой технологией информационного обеспечения, научиться управлять эксплуатационными затратами с момента ввода автомобилей в эксплуатацию и до предельного состояния.

В настоящее время из-за незнания закономерности распределения возникновения случайных отказов автомобилей на практике устраняются отказы методом текущего ремонта, в случайное время, что приводит систему ТО и ТР в неуправляемое состояние. Известно давно, что существующая двухступенчатая система ТО и ТР, созданная в прошлом веке, не отвечает современным требованиям обеспечения соответствующего уровня безотказной работы между расчетной периодичностью. Полученные результаты расчетов не корректно отвечают современным технологичным требованиям, приводят, к сожалению к ошибочным результатам. Снижается уровень технической готов-

ности парка, существенно повышается уровень себестоимости ТО и ТР автобусов.

**Целью работы** является повышение уровня технической готовности парка при минимальных трудовых и материальных затратах, с учетом способов статистического и диагностического прогнозирования.

**Объект исследования** – для оценки характеристик надежности элементов конструкции в качестве объекта исследования приняты модели автобусов МАЗ – 103.«Минского автомобильного завода» (МАЗ) — управляющей компании холдинга «БЕЛАВТОМАЗ»

Для моделирования многоступенчатой технологии профилактики, оптимизации и управления системой профилактики автобусов выбрано МПАТП-5 Красноярского Департамента автомобильного транспорта.

**Предмет исследования** – изучение закономерности проявления отказов для формирования разновидностей профилактик, используя принцип равной долговечности.

**Научная новизна** заключается в следующем:

- на основе сбора, обработки информации в автоматизированном исполнении создана база данных статистических показателей надежности для нормирования и управления системой профилактики по отказам элементов топливной системы двигателя Deutz автобусов МАЗ - 103;

- рассмотрена карта безотказности элементов топливной системы, позволяющая по количественным характеристикам надежности прогнозировать ступени профилактики используя принцип равной долговечности замены элементов;

- разработана технология профилактики автобусов;

- создан технический паспорт профилактики, включающий нормативные количественные характеристики надежности, позволяющий оперативно управлять.

- изучено влияние неисправностей распылителей дизельных форсунок на эксплуатацию транспортного средства.

- изучена закономерность изменения диагностических параметров топливной форсунки .

**Область исследований соответствует специальности;**

23.04.03«Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», магистерской программе 23.04.03.02«Профилактика , надёжность и безопасность на транспорте».

**Задачи исследования:**

1. Анализ научно-исследовательских работ российских и зарубежных ученых о совершенствовании системы обслуживания АТС;

2. Анализ существующей системы профилактики ТС. Достоинства и недостатки .

3. Методика обработки информации, исследование и оценка показателей надёжности.

4. Проектирование многоступенчатой технологии профилактики

5. Экономическая модель оценки эффективности работоспособности производства, участка диагностики. Оценка эффективности по цикловому методу и по методу показателям надёжности и диагностическим показателям.

## **1 Анализ научно-исследовательских работ российских и зарубежных ученых о совершенствовании системы обслуживания АТС**

В 1928-1933 гг. Российскими учеными впервые в мире создается и внедряется в практику многоступенчатая планово-предупредительная система ТО и ремонта АТС.

В послевоенные годы планово-предупредительная система ТО и ремонта автотранспортных средств развивается в основном в направлении регламентации работ по техническому обслуживанию, не требующих замены узлов и агрегатов автомобилей.

Таблица 1 – Многоступенчатая система ТО и ремонта 1993 год

| Наименование технических воздействий | Ремонтный пробег, км | Трудоемкость в зависимости от состояния автомобиля |        |
|--------------------------------------|----------------------|--|--------|
|                                      |                      | старого  | нового |
| 0                                    | ЕО                   | 0.65   | 0.5    |
| 1                                    | 650                  | 20   | 17     |
| 2                                    | 13000                | 275  | 250    |
| 3                                    | 39000                | 850  | 800    |
| Случайный за цикл                    | -                    | -  | -      |

В предложенной системе профилактика ТС разделена на несколько видов периодических технических воздействий: нулевое обслуживание; первый вид ремонта; второй ремонт и т.д. Определен межремонтный пробег автомобилей. Предложены первая классификация и показатели оценки трудоемкости восстановления агрегатов автомобилей, учитывающие их техническое состояние. Разработаны первые рекомендации по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей в виде инструкций, выпускаемых непосредственно заводами-изготовителями. Таким образом, еще в 30-х гг. был создан прообраз системы профилактики автомобилей, что для того времени было выдающимся достижением научно-технической мысли.

Позднее, в конце 1933 г., была разработана система SAE в США предусматривающая выполнение аналогичных технических воздействий.

В послевоенные годы планово-предупредительная система ТО и ремонта автотранспортных средств развивается в основном в направлении регламентации работ по техническому обслуживанию, не требующих замены узлов и агрегатов автомобилей.

Крамаренко, Г.В. в своей работе (1) рассматривает вопросы изменения технического состояния автомобиля в процессе эксплуатации, технологию и организацию технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей, способы хранения подвижного состава. А также он предложил метод оптимизации режимов ТО и текущего ремонта автомобилей по технико-экономическому критерию.

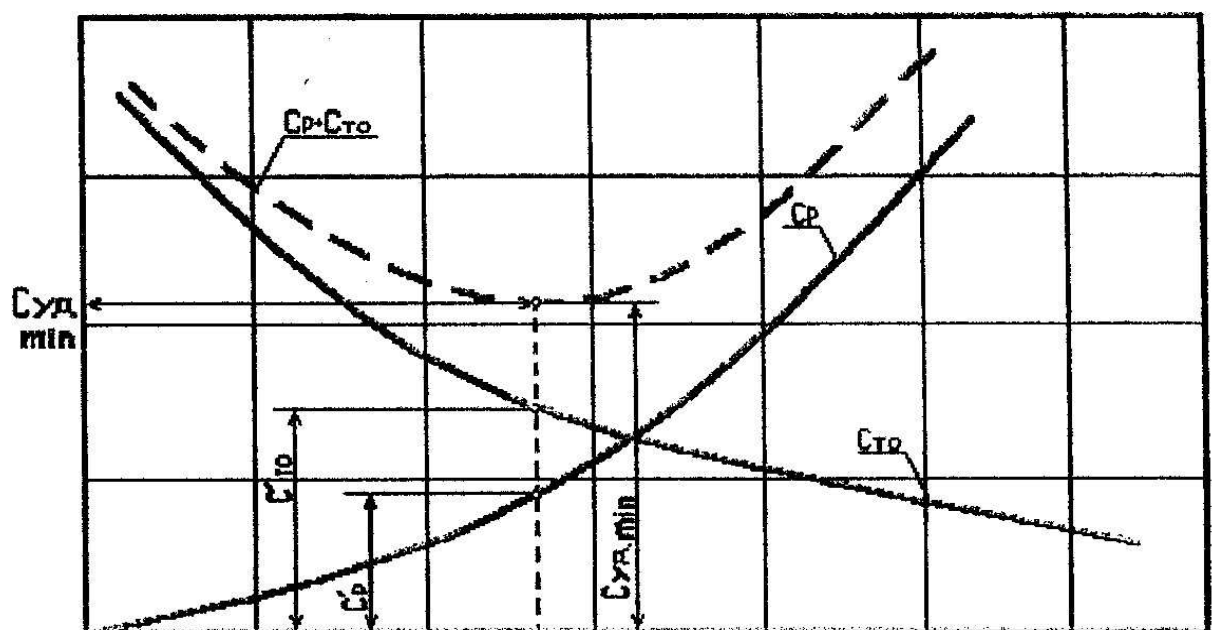


Рисунок 4 – Метод оптимизации ТО и текущего ремонта автомобилей по технико-экономическому критерию

В работе(2) Шейнина А.М рассмотрены теоретические основы эксплуатации дорожных машин и комплектов, приведен комплекс эксплуатационных свойств машин, факторы, влияющие на производительность; даны основные положения по оптимизации параметров рабочего процесса, описаны методы испытаний дорожных машин для определения показателей их эксплуатационных свойств; особое внимание уделено основам надежности машин и технической диагностики; рассмотрены вопросы технологии и организации, проектирования и расчета мастерских и зон эксплуатационного ремонта и технического обслуживания; изложены принципы организации и управления дорожно-строительным производством, методы оптимизации состава комплектов и парка машин для совместного использования по времени работы. Ещё он и его ученики, предложил оригинальный графо-аналитический метод оценки ведущей функции и параметра потока замен элементов, практически необходимых для нормирования расхода запасных частей и прогнозирования их потребности по интервалам наработки АТС.

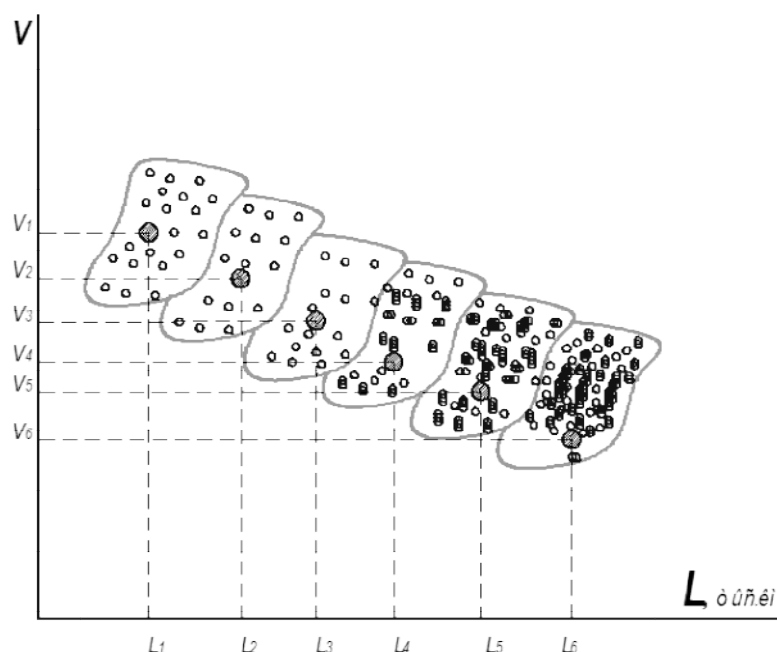


Рисунок 5– Поэтапное планирование ТР

Л.В.Мирошников в своей работе (3) излагает теоретические предпосылки и практические вопросы диагностирования автомобилей. В данной работе так же рассмотрены технико-экономические характеристики объектов диагностирования, диагностические нормативные показатели, методы постановки диагноза, Наибольшее внимание уделено описанию современных методов, средств и технологии процессов диагностирования , автоматизации этих процессов. Приведена методика оценки эффективности от внедрения диагностирования в систему технического обслуживания автомобилей на автотранспортных предприятиях.

| Агрегат, система     | Распределение отказов, % | Удельный расход запасных частей на один автомобиль, руб/1000 км | Удельные трудовые затраты на один автомобиль, руб/1000 км |
|----------------------|--------------------------|---|---|
| Двигатель            | 19,8                     | 13,4  | 0,75  |
| Тормоза              | 16,7                     | 0,44  | 0,21  |
| Электро-оборудование | 12,0                     | 0,38  | 0,21  |
| Сцепление            | 8,6                      | 0,3   | 0,15  |
| Рулевое управление   | 7,8                      | 0,6   | 0,21  |
| Передний мост        | 7,4                      | 0,05  | 0,15  |
| Подвеска             | 6,8                      | 0,45  | 0,25  |
| Корданная передача   | 6,6                      | 0,64  | 0,38  |
| Система питания      | 4,4                      | 0,05  | 0,1   |
| Коробка передач      | 4,4                      | 0,5   | 0,16  |
| Задний мост          | 4,0                      | 0,9   | 0,55  |

Рисунок 6–Характеристика автомобиля как объект диагностирования по распределению отказов агрегатов, систем и механизмов , а также по удельным затратам на запасные части и выполнение ТО и ТР



Н. Я. Говорущенко [4] отмечает целесообразность создания диагностической системы выполнения работ по фактическому состоянию автомобиля, указывает на недостатки существующего циклового метода расчета технологического процесса ТО и ремонта АТС. По его мнению, коэффициент корректировки периодичности и особенно трудоемкости без учета параметров безотказности недостаточно отражают реальный процесс эксплуатации, а иногда приводят к ошибочным результатам. Для создания современной системы профилактики автор предлагает использовать методы прогнозирования с использованием средств диагностики, ввести технологически однородные технические воздействия: обязательные профилактические работы (ОР); контрольно-диагностические (Д) и работы по устранению выявленных неисправностей (УН). Предлагает периодичность Д и ОР устанавливать с учетом типа, возраста автомобилей и условий эксплуатации. Для первой категории условий эксплуатации АТС периодичность выполнения работ составить. Д-1 – 2000; ОР-1 – 4000; Д-2 и ОР-2 – 16000 км.

В. Н. Шабуров в своей работе [5] говорит о повышении эффективности функционирования пунктов технического осмотра автотранспортных средств на основе оптимизации комплекта средств технического диагностирования. Объектом исследования является технологический процесс проведения государственного технического осмотра на пунктах технического осмотра и его оснащение диагностическим оборудованием. Практическая ценность заключается в использовании на практике методики формирования оптимального комплекта диагностического оборудования позволит снизить затраты на проведение ГТО и повысить эффективность работы пунктов технического осмотра.

Болдин А. П. в своей работе [6] говорит о научных основах разработки и использования систем внешнего и встроенного диагностирования на автомобильном транспорте. Многочисленные исследования показали, что универсальной основой таких решений в сфере технической эксплуатации может являться использование диагностирования, приводящее к снижению удельных материальных и трудовых затрат на обслуживание и ремонт автомобилей, повышению их экономичности и безопасности движения, уменьшению загрязнения окружающей среды. Работы по практическому использованию внешнего (стационарного) диагностирования на автотранспорте. Общей методологической основой исследования являлось использование системного анализа, обеспечивающего необходимый уровень постановки проблемы и ориентации процесса исследования в целом на решение современных и



питающему двигатель бензопроводу. На крышке бака размещены регулировочный клапан и манометр, соединенные с выходным трубопроводом, а также отверстие для пропуска проводов приводного электродвигателя бензонасоса, которые присоединяются к аккумулятору автомобиля. Для заливки бензина в бак в верхней его части имеется закрываемое пробкой отверстие. Необходимое давление подачи бензина из бака при диагностировании автомобильной системы топливоподачи регулируется клапаном и контролируется по манометру..

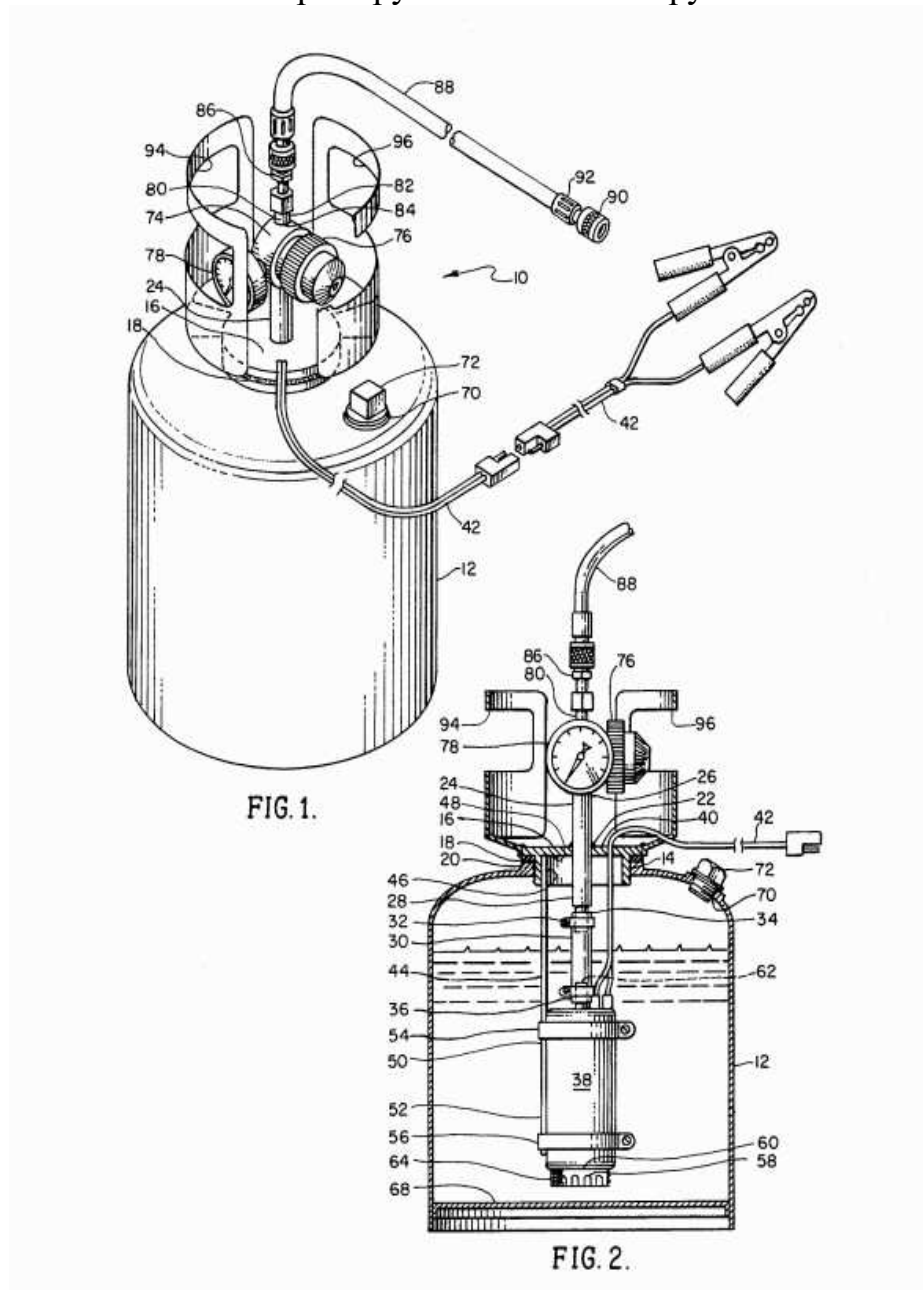


Рисунок 8— Устройство для диагностики работы карбюратора и топливного насоса бензинового автомобильного двигателя

Зубрицкас И. И [9] изложил основные принципы формирования адаптивной АСУ техн. состоянием автомобилей: оперативное управление техн. состоянием автомобиля на основе прогнозирования использованием

новейших компьютеризированных средств техн. диагностики и интегрированными с ними в единую систему средствами ВТ, а также индивидуальный подход к оценке техн. состояния каждого конкретного автомобиля.

Васильев В. И. [10] описан интегрированный метод нормирования диагностических параметров и синтеза алгоритма автоматической постановки диагноза агрегатов и систем автомобиля с использованием обучаемых деревьев решений.

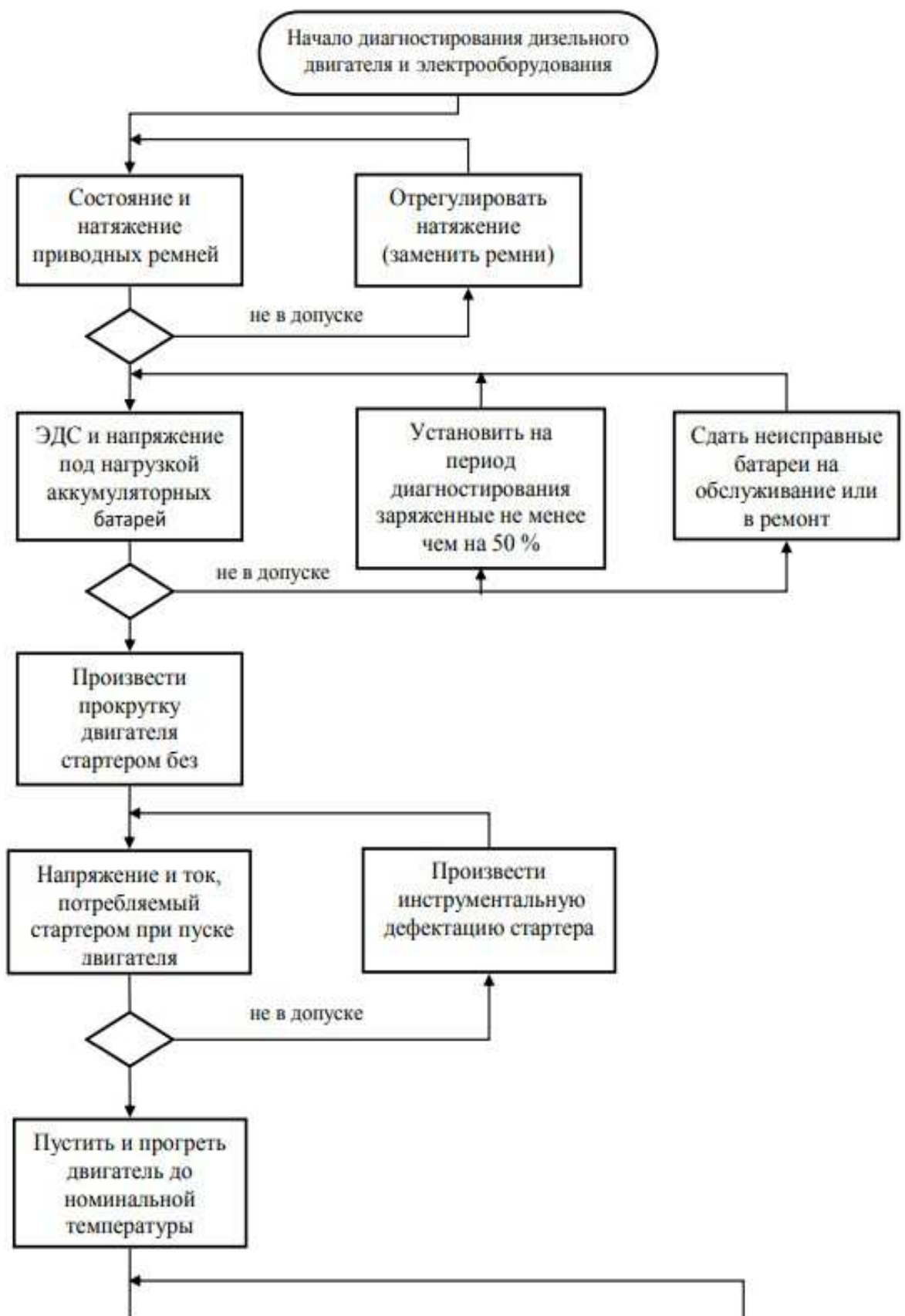


Рисунок 9– Алгоритм технического диагностирования автомобиля

Авторами [11] сообщается, что транспортная информационная система в реальном времени предоставляет данные об эффективном использовании топлива, времени езды и пробеге автомобиля. Она также сообщает данные, касающиеся содержания в отработавших газах углекислого газа, окиси азота и др. вредных веществах. Система позволяет осуществлять анализ громадного объема данных об управлении автомобилем и информации, получаемой от датчиков, установленных в нем. Используя подобную информацию, транспортные компании могут давать указания своим сотрудникам об экономичном режиме езды.

Статья [12] описывает, что в г. Остин (шт. Техас.США) введена в эксплуатацию новая АЗС OvationiX с компьютерной технологией DresserWayne, предоставляющая возможность заправлять различными видами топлива и дополнительными услугами в это же время. В число этих услуг входят экспресс диагностика двигателя и предупреждение о необходимости замены масла, контроль уровня топлива в баке в реальном масштабе времени, оперативная информация о дорожной обстановке. Все эти сведения представляются на цветном дисплее размером 260 мм и озвучиваются через громкоговоритель. Операционная система АЗС с открытой архитектурой совместима с широким кругом возможных задач, позволяет масштабировать информацию, выводимую на экран дисплея, устойчива в работе



Рисунок 10–Топливораздаточные колонки серии Dresser Wayne

Авторами (14) предлагается вероятностно-логический коэффициент поиска неисправностей автомобилей и теоретическое обоснование логической составляющей. Определены вероятности выявления событий при эксплуатации автомобилей в зависимости от количества датчиков, необходимых для нахождения параметров, характеризующих отказ системы.

Вероятностно-логический коэффициент:

$$K_{ВЛ} = \frac{P_{В}}{P_{ВЛ}} = \frac{P_{В}}{(P_{В} + P_{Л})} = \frac{1}{\left(1 + \frac{P_{Л}}{P_{В}}\right)}. \quad (1)$$

где  $P_{В}$  – параметр вероятностного поиска неисправностей;  $P_{Л}$  – параметр логического поиска неисправностей;  $P_{ВЛ}$  – параметр нахождения неисправностей элемента.

Авторами (15) представлены результаты анализа структурно следственных связей объекта диагностирования, и проведенные расчеты по определению информационной значимости диагностических параметров через матрицу состояния тормозной системы, позволили установить их рациональный перечень для каждого объекта диагностирования, что позволяет точнее определить неисправность и провести диагностику без дополнительных сборочно-разборочных операций.

Таблица 2 – Матрица состояния тормозной системы

| Параметры  | Состояние |       |       |       |       |       |       |
|--|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|  | $S_0$     | $S_1$ | $S_2$ | $S_3$ | $S_4$ | $S_5$ | $S_6$ |
| $y_{11}$ - скорость нарастания давления в пневмосистеме                            | 1         | 0     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |
| $y_{12}$ - установившееся замедление   | 1         | 1     | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     |
| $y_{13}$ - падение давления на участках системы                                    | 1         | 1     | 1     | 1     | 1     | 0     | 1     |
| $y_{14}$ - выход штока тормозных камер   | 1         | 1     | 1     | 0     | 0     | 1     | 0     |
| $y_{15}$ - величина зазора между тормозным барабаном и накладкой тормозной колодки | 1         | 1     | 1     | 1     | 0     | 1     | 0     |

В данной статье (16) рассмотрена методика диагностики основных узлов и агрегатов системы питания автотракторных дизельных двигателей. В



основе метода лежит детальный анализ скоростной характеристики дизельного двигателя по расходу топлива. По абсолютным и относительным значениям расхода топлива на различных участках скоростной характеристики дается заключения о техническом состоянии тех или иных узлов топливной аппаратуры.

С целью повышения точности диагностирования систем питания дизельных двигателей, предлагается следующий алгоритм.

Техническое состояние плунжерных пар. Диагностический параметр  $K1 = GT4 / GT2$ ;

Техническое состояние пускового обогатителя подачи топлива. Диагностический параметр  $K2 = GT4 / GT1$ ;

Техническое состояние корректора подачи топлива. Диагностический параметр  $K3 = GT4 / GT3$ ;

Частота начала действия регулятора. Диагностический параметр – координата точки  $GT4$ .

Практическая реализация предлагаемых методов заключается в установке датчиков частоты вращения коленчатого вала и датчика расхода топлива (например, ёмкостного) на двигатель, запуске и переводе двигателя в режим свободного разгона, регистрации сигналов с датчиков с достаточной частотой с использованием ЭВМ, анализе полученных данных и постановке диагноза.

В статье(17) изложены вопросы диагностики топливной аппаратуры дизельных двигателей. Это позволяет совершенствовать систему технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники. Предлагается способ вибродиагностирования топливной аппаратуры. Способ исключает необходимость демонтажа форсунок с двигателя. Достоинство данного способа это простота использования системы, высокая точность диагностирования, мобильность и автономность оборудования.



Рисунок 11–Инженер Кирдищев Д.В.  
производит измерение вибрации на форсунках дизельного двигателя Д-243

Компьютерная программа позволяет представить результаты измере-



ния в метрической системе ( $\text{м/с}^2$ ) и в относительных единицах дБ. Для определения частот вибрации используется преобразование Фурье. Датчик крепится на магните к форсунке, что исключает негативное воздействие вибрации создаваемой двигателем при записи результатов.

КаргбоСантиги в своей диссертационной работе [18] совершенствует систему оперативного управления периодичностью технического воздействия по элементам автомобилей, обеспечивающую повышение уровня надежности, ТО и ремонта автомобилей. Разработаны: рекомендации по оперативному управлению периодичностью технических воздействий по элементам автобуса; методики определения оптимальной периодичности ТВ; методики оценки эффективности функционирования системы управления периодичностью ТВ на примере городских автобусов.

В. В. Верховуров в своей диссертационной работе [19] предлагается повысить эффективность работы предприятий городского пассажирского транспорта за счет увеличения коэффициента технической готовности парка на основе критерия снижения эксплуатационных издержек на содержание постов зоны ТР и убытков от простоя автобусов в ожидании обслуживания. Практическая ценность работы заключается в получении следующих результатов: использование разработанного программного продукта на практике в условиях реального АТП позволяет, не прибегая к дорогостоящему натурному эксперименту, определить показатели эффективности функционирования СМО в целом и каждого ее элемента в отдельности; применение предлагаемой методики дает возможность посредством критерия минимума суммарных затрат установить не только необходимое общее количество постов, но и в соответствии со сложившимся на предприятии опытом организации работ определить наиболее оптимальную структуру, т. е. типоразмерный ряд постов ТР.

Технико-экономическая эффективность внедрения предлагаемых мероприятий выражается следующими цифрами:

- время простоя парка автобусов в ремонте сокращается на 10195 авт.-час.;
- расчетное значение КТГ повышается с 0,9 до 0,911;
- переход на оптимальную структуру в сравнении с существующей обеспечивает экономический эффект в сумме 585765 руб;
- среднее время ожидания пассажиром транспортного обслуживания сокращается на 10 сек., снижение потерь общественно-полезного времени жителей города составит 105660,8 пасс.-час.;
- общий экономический эффект для предприятия от снижения потерь линейного времени и эксплуатационных затрат на функционирование зоны ТР составит 4791044 руб. уже в первый год эксплуатации.

Прокопьев В. Н. [20] исследовал техническую эксплуатацию, надежность и совершенствование автомобилей. Содержание сборника посвящено результатам теоретических и экспериментальных исследований, выполненных в основном на кафедре «Автомобильный транспорт» ЧГТУ.

## **2 Анализ существующей системы ТО и ТР В МП КПАТП № 5**

### **2.1 Краткая характеристика предприятия**

Приказом Красноярского территориального объединения автомобильного транспорта «Красноярскавтотранс» «О создании Красноярского пассажирского автотранспортного предприятия №3», с 14.02.85г., было создано Красноярское пассажирское автотранспортное предприятие №3 на хозяйственном расчете и назначен начальником предприятия Калошин С.Д.

Основание: приказ №36 от 14.02.85г.

Приказом Красноярского территориального объединения автомобильного транспорта «Красноярскавтотранс» Красноярское пассажирское автотранспортное предприятие №3 реорганизовано с 01.01.87г. в Красноярское производственное объединение пассажирского автотранспорта №5 (КПО-ПАТ-5)

Основание: приказ №14 от 23.01.87г.

На протяжении более 20 лет предприятие подвергалась неоднократной реорганизации и не один раз находилось на грани банкротства. Однако, преодолев все трудности, предприятие вновь возобновило свою деятельность, как самостоятельное муниципальное предприятие города Красноярска с начала 2009г. Директором назначен Лесников С.Н. Полное название предприятия - Муниципальное предприятие города Красноярска, красноярское пассажирское автотранспортное предприятие №5, является муниципальной собственностью города Красноярска. Фактический адрес г. Красноярск, ул. Калинина, 84.

Обслуживает постоянные городские автобусные маршруты города Красноярск, на сегодняшний день это маршруты №11, №26, №35 №49, №52, №87. МП г. Красноярска «КПАТП №5» также обслуживает собственный подвижной состав, выполняя полный перечень работ по ЕО, ТО и Р.

Предприятие МП г. Красноярска «КПАТП №5» имеет свой подвижной состав в размере 75 автобусов МАЗ – 103476. В дальнейшем планируется увеличение парка до 150 автобусов.

Городской автобус МАЗ-103 выпускается Минским автомобильным заводом (Минск, Беларусь) с 1996 года. Годом рождения производства автобусов на Минском автомобильном заводе можно считать 1992-й, когда был подписан лицензионный договор с фирмой Neoplan (Германия, ныне фирма принадлежит концерну MAN). В результате было построено всего пять лицензионных автобусов в «чистом виде» (их цена была запредельной, около \$200000). А затем завод начал внедрять отечественные комплектующие, заодно приспособлявая конструкцию к нашим условиям. Сегодня доля импорта — если не считать силового агрегата, — не превышает 8 процентов (это клей, лаки-краски, пластик, тормозная аппаратура, механизмы открывания дверей). Однако теперь цена низкопольных автобусов МАЗ-103 в базовой комплектации составляет около 40% от первоначальной.

Таблица 3 – Характеристика автобуса МАЗ – 103476

| Модель                                    | МАЗ-103476   |
|---|--|
| Колёсная формула                          | 4x2  |
| Двигатель, экологическая норма            | Евро-3   |
| Мощность двигателя, кВт (л.с.)            | 170 (230)  |
| Коробка передач, число передач КП         | АКППVoithDiwa D 851.3E   |
| Размер шин                                | 11/70R22,5   |
| Тормоза с АБС                             | +  |
| Цена, руб.                                | 3 500 000  |
| Высота пола на площадке средней двери, мм | 360  |
| Высота ступеньки над уровнем дороги, мм   | 335  |
| Двигатель                                 | Deutz BF6M.1013FC  |
| Количество мест для сидения               | 21, 24, 25, 28   |
| Назначение                                | для перевозки пассажиров на городских маршрутах                        |
| Номинальная вместимость/макс., чел.       | 100  |
| Подвеска передней/задней оси              | независимая/зависимая пневматическая с телескопическими амортизаторами |
| Полная масса, кг                          | 18000  |

**Основные фонды.**Предприятие МП г. Красноярск «КПАТП №5» состоит из трех зданий:

- 1) Производственный корпус с закрытой стоянкой;
- 2) административно – бытовое здание;
- 3) Здание ЕО.

Так же на территории предприятия находится АЗС.

Производственный корпус представляет одноэтажное здание, соединенное с административно – бытовым зданием переходом, с различными помещениями, а именно:

- 1) кузовной цех;
- 2) переходной склад;
- 3) центральный склад;
- 4) склад шин;
- 5) центральный склад;
- 6) электротехнический цех;
- 7) цех топливной аппаратуры;
- 8) аккумуляторный цех;
- 9) расточно–шлифовальный цех;
- 10) шиномонтажный участок;
- 11) моторный участок;
- 12) механический участок;
- 13) гидромеханический участок;
- 14) агрегатный участок;
- 15) окрасочный участок;
- 16) кузнечный участок;
- 17) медницкий участок;

- 18) диагностический участок;
- 19) компрессорная;
- 20) трансформаторная;
- 21) гараж;
- 22) зона ТО и Р;
- 23) зона хранения ПС.

Здание зоны ЕО, так же является одноэтажным, с размещенным в нем двух поточных линий и различных вспомогательных помещений.

Административно – бытовое здание является многоэтажным и состоит из 4 этажей. В нем располагаются помещения для управляющего персонала предприятия, а некоторые сдаются в аренду.

**Структура управления АТП.** Построение правильной организационной структуры является главной задачей любого автотранспортного предприятия (АТП). От рационального состава подразделений органов управления, их связи между собой и взаимодействия с производственными подразделениями в значительной степени зависит эффективность работы предприятия в целом.

Признаками оптимальной структуры управления являются:

- 1. небольшое количество уровней управления;
- 2. наличие в структуре управления групп специалистов;
- 3. ориентация графика работ на заказчика;
- 4. быстрота реакции на изменения;
- 5. высокая производительность и низкие затраты.

В стандартной организационной системе управления автотранспортным предприятием можно выделить три самостоятельных блока управления: эксплуатационный, технический и экономический, каждый из которых подчиняется соответствующему руководителю.



Технологическая операция ТО, диагностики или ТР представляет собой совокупность переходов, которые выполняются в определенной последовательности с помощью различного инструмента и приспособлений с соблюдением технических требований (технических условий).

Технологические операции ТО, диагностики или ТР оформляются в виде операционных карт слесарных, слесарно-сборочных и электромонтажных работ по ГОСТ 3.1407-86, форма 1 или 1а.

Для разработки технологических карт процессов и операций необходимо использовать специальную техническую литературу, в которой освещены вопросы типовой технологии выполнения ТО и ремонта подвижного состава автомобильного транспорта.

| <p style="text-align: center;"><u>Технологическая карта</u></p> <p style="text-align: center;"><u>замены рессоры задней подвески автомобиля ГАЗ-3110</u></p> <p style="text-align: center;"><u>Общее количество исполнителей 1 чел. Общая трудоемкость 67 чел.мин.</u></p> <p style="text-align: center;"><u>Содержание работ:</u></p> |   |                                  |                                 |                             |  |   |
|--|---|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|--|---|
| <i>№ опер.</i>   | <i>Наименование и содержание работ (операций)</i>                           | <i>Место выполнения операции</i> | <i>Кол-во мест (точек обл.)</i> | <i>Трудоемкость чел.мин</i> | <i>Приборы, инструмент, приспособлен. (модель, тип.)</i> | <i>Технические требования и указания</i>  |
| <i>1</i>   | <i>2</i>  | <i>3</i>                         | <i>4</i>                        | <i>5</i>                    | <i>6</i>   | <i>7</i>  |
| 1  | Отсоединить нижнее крепление амортизатора                                   | внизу                            | 1                               | 3                           | Ключ 17х19   |   |
| 2  | Разгрузить рессору  | внизу                            | 1                               | <u>5</u>                    | Домкрат  | Вывесить нужную сторону кузова, установить упор                                 |
| 3  | Снять стремянки крепления рессоры   | внизу                            | 4                               | <u>10</u>                   | Ключ 24х27   | Убрать подкладку рессоры, нижнюю и верхнюю обойму с подушками                   |
| 4  | Отвернуть гайку пальца крепления переднего конца рессоры и вытащить палец   | внизу                            | 1                               | <u>3</u>                    | Ключ 17х19<br>молоток                                    | Обильно смочить втулки пальца и палец мыльным раствором или тормозной жидкостью |
| 5  | Отвернуть гайки крепления заднего конца рессоры и вытащить палец с втулками | внизу                            | 2                               | <u>4</u>                    | Ключ 17х19   | Обильно смочить втулки пальца и палец мыльным раствором или тормозной жидкостью |
| 6  | Снять рессору   | внизу                            | <u>1</u>                        | <u>2</u>                    |  |   |

Рисунок 13– Пример технологической карты

## 2.2 Техничко-эксплуатационные показатели

Таблица 4 – Техничко-эксплуатационные показатели МП г. Красноярска «КПАТП №5»

| Показатели                        | Ед. измерения | Всего | По муниципальной программе | По коммерческим маршрутам |
|-----------------------------------|---------------|-------|----------------------------|---------------------------|
| Количество дней в периоде         | дн.           | 30    | 30                         | 30                        |
| Среднесписочное количество машин  | ед.           | 75    | 21                         | 54                        |
| Количество ПС в наряде            | ед.           | 54    | 18                         | 36                        |
| Машино-дни в хозяйстве            | м/дни         | 2250  | 630                        | 1620                      |
| Машино-дни в работе               | м/дни         | 1620  | 540                        | 1080                      |
| Машино-дни в ремонте              | м/дни         | 21    | 3                          | 18                        |
| КИП                               |               | 0,72  | 0,86                       | 0,67                      |
| КТГ                               |               | 0,991 | 0,995                      | 0,989                     |
| Отработано в наряде               | тыс час       | 20,50 | 6,7                        | 13,8                      |
| Часы в линии                      | тыс.час       | 19,50 | 6,3                        | 13,2                      |
| Режим работы                      | час           | 12,65 | 12,41                      | 12,78                     |
| Общий пробег                      | тыс.км        | 386,3 | 134,7                      | 251,6                     |
| Пробег с пассажирами              | тыс.км        | 358,0 | 126,5                      | 231,5                     |
| К использования пробега           |               | 0,93  | 0,94                       | 0,92                      |
| Среднесуточ. пробегна 1 ТС        | км.           | 238,5 | 249,4                      | 233,0                     |
| Средняя эксплуатационная скорость | км./час       | 18,4  | 20,1                       | 17,5                      |

## 2.3Существующая система профилактики МАЗ – 103

Надежность и долговечность автобуса в решающей степени зависит от своевременного и качественного технического обслуживания (ТО).

ТО должно проводиться обученным квалифицированным персоналом с соблюдением требований и рекомендаций руководства и инструкций по обслуживанию конкретных составных частей.

Работы, связанные с обслуживанием и регулировкой приборов системы питания, электрооборудования, пневмопривода тормозов, подвески и дверей, гидравлических систем должны выполняться специалистами, хорошо знающими их устройство и особенности обслуживания. Разборка и ремонт снятых с автобуса агрегатов и аппаратов этих систем должна производиться в специ-

альных мастерских, оснащенных необходимым инструментом и оборудованием для проведения обслуживания и контроля выполненных работ.

**Виды и периодичность технического обслуживания.** В начальный период эксплуатации после пробега 800-1200 км производится разовое техническое обслуживание, основным назначением которого является предупреждение неисправностей выполнением профилактических крепежных, регулировочных и смазочных работ. Учитывая, что в начальный период эксплуатации происходит интенсивная приработка и взаимоустановка элементов конструкции, эти работы необходимо выполнять с особенной тщательностью.

Техническое обслуживание автобуса в основной период эксплуатации подразделяется на следующие виды:

- ежедневное обслуживание;
- первое техническое обслуживание (ТО-1), производится через каждые 8000 километров пробега;
- второе техническое обслуживание (ТО-2), производится через каждые 32 000 километров пробега;
- сезонное обслуживание, совмещаемое с очередным ТО-2.

Основным назначением ЕО является общий контроль за состоянием узлов и систем, обеспечивающих безопасность, а также поддержание надлежащего состояния пассажирского салона и внешнего вида автобуса.

Назначением первого, второго и сезонного технического обслуживания является выявление и предупреждение неисправностей своевременным выполнением контрольно-диагностических, крепежных, регулировочных и смазочно-очистительных работ.

В условиях автотранспортного предприятия диагностика предназначена для выявления автомобилей, техническое состояние которых не отвечает требованиям безопасности движения; неисправностей, для устранения которых необходимы регулировочные или ремонтные работы; причин отказа или неисправности. А также заполняется диагностическая карта для выполнения ТО-1 (см. ПРИЛОЖЕНИЕ А) и ТО-2 (см. ПРИЛОЖЕНИЕ Б).

Кроме того, диагностика позволяет контролировать качество технического обслуживания и текущего ремонта и прогнозировать ресурс исправной работы узлов, агрегатов и автомобиля в целом.

Диагностика подразделяется на два вида: общую Д-1 и поэлементную (углубленную) Д-2. Кроме того, для обнаружения и устранения неисправностей в процессе технического обслуживания и текущего ремонта на постах ТО и ТР должны использоваться диагностические средства Др.

Основная задача диагностики Д-1 состоит в определении технического состояния узлов и агрегатов, обеспечивающих безопасность движения автомобиля (тормозные системы, рулевое управление, приборы освещения и сигнализации, стеклоочистители).

Общую диагностику производят перед каждой постановкой автомобиля на первое техническое обслуживание.



В процессе Д-1 выполняют необходимые регулировочные работы узлов и механизмов (без демонтажа).

Основной целью поэлементной диагностики Д-2 является выявление неисправностей автомобиля, устранение которых требует выполнения работ большой трудоемкости и которые нерационально совмещать с работами второго технического обслуживания. Такие неисправности должны устраняться до ТО-2 в зоне текущего ремонта.

В процессе Д-2 определяют конкретные неисправности агрегатов, узлов и систем автомобиля, их место, характер и причины, выявляют объем регулировочных и ремонтных работ, которые целесообразно совмещать с ТО-2.

Диагностику Д-2 выполняют за один-два дня до второго технического обслуживания.

**Генеральный план.** Общая площадь производственно-складских и других помещений сведены в таблицу 5.

Таблица 5 – Общая площадь помещений

| Наименование помещения           | Площадь, м <sup>2</sup> |
|----------------------------------|-------------------------|
| Производственные зоны ЕО, ТО, ТР | 1438,2                  |
| Производственные участки         | 233                     |
| Склады                           | 121                     |
| Вспомогательные помещения        | 48                      |
| Технические помещения            | 98                      |
| АБК                              | 122                     |
| Площадь закрытых стоянок         | 6741                    |
| Итого                            | 8801,2                  |

Площадь генерального плана предприятия, м<sup>2</sup>:

$$F_{г.п.} = \sum F / K_3 \quad (2)$$

где  $F_{пс}$  – площадь застройки производственно - складских зданий, м<sup>2</sup>;

$F_{аб}$  – площадь застройки административно-бытового корпуса, м<sup>2</sup>;

$F_{зп}$  – площадь закрытых площадок, для хранения автобусов, м<sup>2</sup>;

$K_3$  – плотность застройки территории ( $K_3 = 50\%$ ).

$$F_{г.п.} = 8801,2 / 0,5 = 17602,4$$

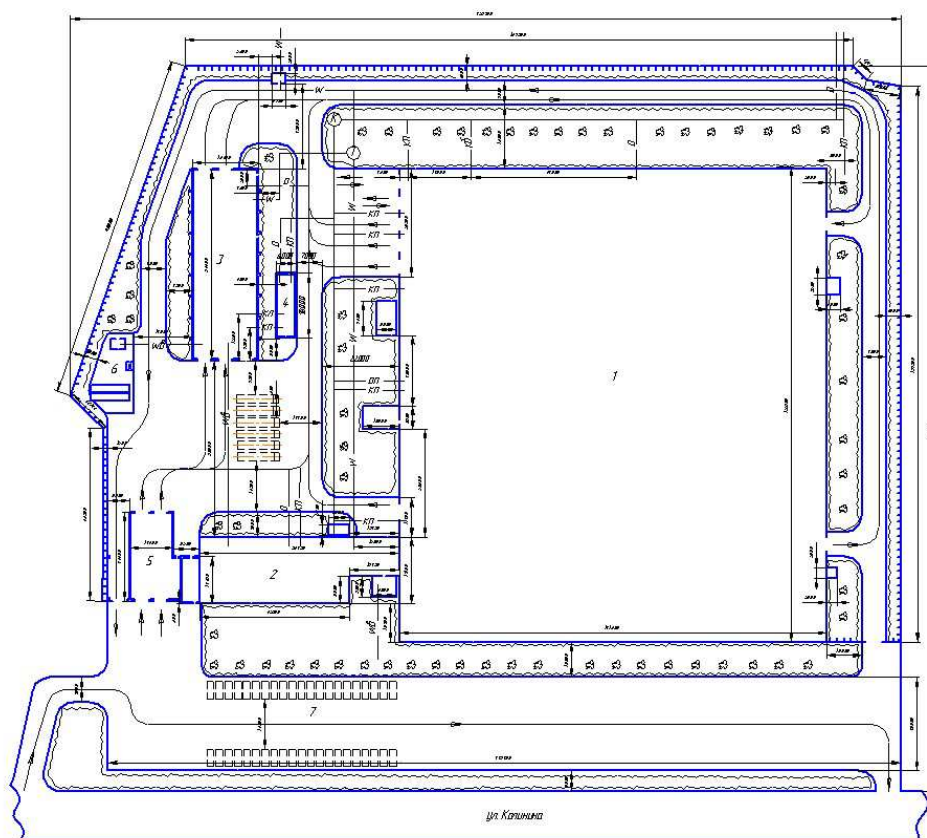


Таблица 1 – Эскизы зданий и сооружений

| Номер | Наименование                        |
|-------|-------------------------------------|
| 1     | Производственный корпус             |
| 2     | Административно-бытовой корпус      |
| 3     | Здание молки                        |
| 4     | Очистные сооружения                 |
| 5     | КТП                                 |
| 6     | АЗС                                 |
| 7     | Откачка индивидуального пользования |

Таблица 2 – Показатели по генеральному плану

| № п/п | Наименование показателя              | Показатель |
|-------|--------------------------------------|------------|
| 1     | Площадь застройки                    | 16211      |
| 2     | Плотность застройки, %               | 53         |
| 3     | Коэффициент использования территории | 0,63       |
| 4     | Коэффициент застройки территории     | 0,20       |
| 5     | Площадь участка                      | 30112,75   |

Таблица 3 – Характеристики природно-климатических условий

| № п/п | Наименование условия                             | Значение |
|-------|--|----------|
| 1     | Господствующее направление ветра (Средн-годовая) |          |
| 2     | Средняя нагрузка, кг/м²                          | 26,0     |
| 3     | Расчетная температура зимнего воздуха            | -4,0     |

Таблица 4 – Условные обозначения

| Условные обозначения | Наименование                          |
|----------------------|---------------------------------------|
| -а-                  | Водоотвод артезианский                |
| (К)                  | Канализация канализационный           |
| -кв-                 | Канализация бытовая                   |
| -кл-                 | Канализация промышленная              |
| ⊙                    | Канализация теплотрассы               |
| -кв-                 | Воздушная линия электропередачи 10 кВ |
| -лв-                 | Линия электропередачи кабельная 400 В |
| →                    | Направление движения                  |
| ⬆                    | Газовый                               |
| ⬆                    | Кухонный                              |
| ⬆                    | Отопительный                          |

Автоматизация Windows

Рисунок 14 – Генеральный план

**Вывод:** На данном предприятии используется двухступенчатая система ТО и ТР, не отвечающая современным требованиям обеспечения соответствующего уровня безотказной работы между расчетной периодичностью. Соответственно не представляется возможным планировать технические воздействия, по устранению отказов проявляемые в межпрофилактический период.

Это объясняется тем, что в настоящее время недостаточно изучено закономерность распределения отказов, что существенно влияет на снижение уровня технической готовности АТС. Все это сводит работу АТС в хаотичное, неуправляемое состояние к существенному увеличению эксплуатационных затрат.

### 3 Технологический расчет предприятия автомобильного транспорта

#### 3.1 Определение расчётных пробегов до ТО и КР

Определяем расчётные пробеги:

$$L'_i = L_i^H \cdot K_1 \cdot K_3 \quad (3.1)$$

где:  $L_i^H$  – нормативная периодичность ТО  $i$ -го вида (ТО-1 или ТО-2), км. [33];  
 $K_1, K_3$  – коэффициенты корректирования от категории условий эксплуатации и природно-климатических условий соответственно [33].

$$L'_1 = 5000 \cdot 0.8 \cdot 1 = 4000 \text{ км.}$$

$$m_1 = \frac{L'_1}{L_{cc}} \quad (3.2)$$

$$m_1 = \frac{4000}{200} = 20$$

$$L_1 = L_{cc} \cdot m_1 \quad (3.3)$$

$$L_1 = 200 \cdot 20 = 4000 \text{ км.}$$

$$L'_2 = 20000 \cdot 0.8 \cdot 1 = 16000 \text{ км.}$$

$$m_2 = \frac{L'_2}{L_1} \quad (3.4)$$

$$m_2 = \frac{16000}{4000} = 4$$

$$L_2 = 4 \cdot 4000 = 16000 \text{ км.}$$

$$L'_{кр} = L_{кр}^H \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \quad (3.5)$$

где:  $L'_{кр}$  – расчётный ресурсный пробег, км;  
 $L_{кр}^H$  – нормативный ресурсный пробег, км [33];  
 $K_2$  – коэффициент корректирования от модификации ПС [33].

$$L'_{кр} = 500000 \cdot 0.8 \cdot 1 \cdot 1 = 400000 \text{ км.}$$

$$m_3 = \frac{L'_{кр}}{L_2} \quad (3.6)$$

$$m_3 = \frac{400000}{16000} = 25$$

$$L_{кр} = L_2 \cdot m_3 \quad (3.7)$$

$$L_{кр} = 16000 \cdot 25 = 400000 \text{ км.}$$

### **3.2 Определение числа КР, ТО на один автомобиль за цикл число ЕО ( $N_{EO}$ ) за цикл равно**

Для определения числа ЕО используем следующую формулу :

$$N_{EOc} = \frac{L_{кр}}{L_{cc}} \quad (3.8)$$

$$N_{EOc} = \frac{400000}{200} = 2000$$

$$N_{EOт} = (N_1 + N_2) \cdot 1.6 \quad (3.9)$$

где: 1,6 – коэффициент, учитывающий проведение  $EO_t$  при ТР.

$$N_{EOт} = (75 + 24) \cdot 1.6 = 158$$

число ТО-2 ( $N_{то-2}$ ) за цикл равно

$$N_{ТО-2} = \frac{L_{кр}}{L_2} - N_{кр} \quad (3.10)$$

$$N_{ТО-2} = \frac{400000}{16000} - 1 = 24$$

число ТО-1 ( $N_{то-1}$ ) за цикл равно

$$N_{ТО-1} = \frac{L_{кр}}{L_1} - N_2 \quad (3.11)$$

$$N_{ТО-1} = \frac{400000}{4000} - 24 = 75$$

**Определение годового пробега.** Для определения числа ТО на группу (парк) автомобилей за год необходимо определить годовой пробег автомобиля:

$$L_{\Gamma} = D_{\text{раб.г}} \cdot L_{\text{сс}} \cdot \alpha_{\text{т}} \quad (3.12)$$

где:  $L_{\Gamma}$  – годовой пробег автомобиля;  
 $D_{\text{раб.г}}$  – число дней работы ПС в году;  
 $\alpha_{\text{т}}$  – коэффициент технической готовности.

$$L_{\Gamma} = 365 \cdot 200 \cdot 0.94 = 68620 \text{ км.}$$

Коэффициент технической готовности  $\alpha_{\text{т}}$  определяется без учета простоев по организационным причинам:

$$\alpha_{\text{т}} = \frac{1}{1 + L_{\text{сс}} \cdot \left( \frac{D_{\text{ТОиР}} \cdot K_4}{1000} + \frac{D_{\text{к}}}{L_{\text{к}}} \right)} \quad (3.13)$$

где:  $D_{\text{ТОиР}}$  – нормативная удельная норма простоя в ТО и ТР на 1000 км пробега [33];

$K_2$  – коэффициент корректирования [33];

$D_{\text{к}}$  – число дней простоя ПС в КР;

$l_{\text{сс}}$  – среднесуточный пробег.

$$\alpha_{\text{т}} = \frac{1}{1 + 200 \cdot \left( \frac{0.35 \cdot 0.7}{1000} + \frac{20}{400000} \right)} = 0.94$$

**Определение программы ТО на группу (парк) автомобилей за год.**  
 Годовой объем работ на паре автомобилей определяется по следующим формулам :

$$\sum N_i = A_i \cdot N_i \cdot \eta \quad (3.14)$$

где:  $\eta$  – доля годового пробега автомобиля от его пробега за цикл.

$$\eta = \frac{L_{\Gamma}}{L_{\text{кр}}} \quad (3.15)$$

$$\eta = \frac{68620}{400000} = 0.17$$

$$\sum N_2 = 50 \cdot 24 \cdot 0.17 = 204$$

$$\sum N_1 = 50 \cdot 75 \cdot 0.17 = 638$$

$$\sum N_{EOC} = 50 \cdot 2000 \cdot 0.17 = 17000$$

$$\sum N_{EO\Gamma} = (\sum N_1 + \sum N_2) \cdot 1.6 \quad (3.16)$$

$$\sum N_{EO\Gamma} = (638 + 204) \cdot 1.6 = 1343$$

**Определение программы диагностических воздействий на весь парк за год.** Диагностирование как отдельный вид обслуживания не планируется, а работы по диагностированию ПС входят в объём работ по ТО и ТР.

$$\begin{aligned} \sum N_{Д-1} &= \sum N_{Д-1} + \sum N_{Д-2} + \sum N_{ТР Д-1} = \\ &= \sum N_{2\Gamma} + \sum N_{Д-1\Gamma} + 0.1 \sum N_{1\Gamma} = 1.1 \sum N_{1\Gamma} + \sum N_{2\Gamma} \end{aligned} \quad (3.17)$$

где:  $\sum N_{ТР Д-1} = 0,1 \sum N_{1\Gamma}$  – согласно опытным данным;

$\sum N_{1Д-1}$ ,  $\sum N_{2Д-1}$ ,  $\sum N_{ТР Д-1}$  – число автомобилей, диагностируемых при ТО-1, после ТО-2, при ТР за год.

$$\sum N_{Д-1\Gamma} = 1.1 \cdot 638 + 204 = 906$$

$$\begin{aligned} \sum N_{Д-2\Gamma} &= \sum N_{Д-2} + \sum N_{ТР Д-2} = \sum N_{2\Gamma} + 0.2 \sum N_{2\Gamma} = \\ &= 1.2 \sum N_{2\Gamma} \end{aligned} \quad (3.18)$$

где:  $\sum N_{2Д-2}$  – число автомобилей, диагностируемых перед ТО-2 за год;

$\sum N_{ТР Д-2}$  – число автомобилей, диагностируемых при ТР за год.

$$\sum N_{Д-2\Gamma} = 1.2 \cdot 204 = 245$$

**Определение суточной программы по ТО и диагностированию.** По видам ТО (ЕО, ТО-1, ТО-2) и диагностирования (Д-1 и Д-2) суточная программа определяется:

$$N_{i.c} = \frac{\sum N_i}{D_{\text{раб.г}}} \quad (3.19)$$

где:  $\sum N_{i.g}$  – годовая программа по каждому виду ТО или диагностики в отдельности;

$D_{\text{раб.г}}$  – годовое число рабочих дней зоны, предназначенных для выполнения того или иного вида ТО и диагностирования автомобилей.

$$N_{\text{ЕОс.с}} = \frac{17000}{365} = 46.58$$

$$N_{\text{ЕОт.с}} = \frac{1343}{365} = 3.68$$

$$N_{1.c} = \frac{638}{365} = 1.75$$

$$N_{2.c} = \frac{204}{365} = 0.56$$

$$N_{\text{Д1.с}} = \frac{906}{365} = 2.48$$

$$N_{\text{Д2.с}} = \frac{245}{365} = 0.67$$

Таблица 6– Производственная программа обслуживания

| Группа (основной автомобиль) |          | $N_{\text{ЕОс}}$ | $N_{\text{ЕОт}}$ | $N_1$ | $N_2$ | $N_{\text{Д-1}}$ | $N_{\text{Д-2}}$ |
|------------------------------|----------|------------------|------------------|-------|-------|------------------|------------------|
| МАЗ-103                      | За год   | 41040            | 3602             | 1710  | 547   | 2428             | 656              |
|                              | За сутки | 112.44           | 9.87             | 4.68  | 1.5   | 6.65             | 1.37             |

### 3.3 Определение расчётной трудоёмкости единицы ТО и ТР / 1000 км

В связи с тем, что конкретные условия для проектируемого АТП могут отличаться от условий, для которых приведены нормативные значения, необходимо скорректировать нормативные значения для условий проектируемого АТП.

**Определение расчетной трудоемкости ЕО.** Трудоемкость рассчитывается по следующим формулам:

$$t_{\text{ЕО}i} = t_{\text{ЕО}i}^H \cdot K_2 \quad (3.20)$$

где:  $t_{EOi}^H$  – нормативная трудоемкость ЕО чел. –ч. [33];  
 $K_2$  – коэффициент учитывающий модификацию ПС [33].

$$t_{EOc} = 0.5 \cdot 1.15 = 0,575 \text{ чел. –ч.}$$

$$t_{EOт} = \frac{0,575}{2} = 0,29 \text{ чел. –ч.}$$

**Определение расчетной трудоемкости ТО-1 и ТО-2.** Расчетная (скорректированная) трудоёмкость ТО-1 и ТО-2 для проектируемого АТП:

$$t_i = t_i^H \cdot K_2 \cdot K_4 \quad (3.21)$$

где:  $t_i^H$  – нормативная трудоемкость ТО – 1 или ТО – 2, чел-ч. [33]  
 $K_4$  - коэффициент корректирования технологически совместимого числа ПС соответственно [33].

$$t_1 = 9 \cdot 1.15 \cdot 1.25 = 12,94 \text{ чел – ч.}$$

$$t_2 = 36 \cdot 1.15 \cdot 1.25 = 51,75 \text{ чел – ч.}$$

**Определение расчетной трудоемкости ТР / 1000 км.** Удельная расчетная (скорректированная) трудоёмкость ТР определяется следующим образом:

$$t_{тр} = t_{тр}^H \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \quad (3.22)$$

где:  $t_{тр}^H$  – нормативная удельная трудоемкость ТР, чел-ч./1000 [33].  
 $K_1, K_3, K_5$  – коэффициенты корректирования категории условий эксплуатации, природно-климатических условий, условий хранения ПС соответственно [33].

$$t_{тр} = 4,2 \cdot 1.2 \cdot 1.25 \cdot 1 \cdot 1.15 \cdot 0,5 = 3,62 \text{ чел. – ч.}$$

**Расчет годовых объёмов работ по ТО, ТР.** Годовой объём ТР определяется исходя из годового пробега парка автомобилей и удельной трудоёмкости ТР на 1000 км пробега.

$$T_{i.г} = \sum N_{i.г} \cdot t_i \quad (3.23)$$

где:  $T_{EOi}$  – годовой объём работ по ЕО<sub>с</sub>, ЕО<sub>т</sub>, ТО-1 и ТО-2;  
 $t_{EOi}$  – расчетные нормативные трудоёмкости ЕО<sub>с</sub>, ЕО<sub>т</sub>, ТО-1 и ТО-2;



$\Sigma N_{EO\ i\Gamma}$  – годовая программа ЕО на весь парк (группу) автомобилей одной модели.

$$T_{EO\ c.\Gamma} = 17000 \cdot 0,575 = 9775 \text{ чел. -ч.}$$

$$T_{EO\ t.\Gamma} = 1343 \cdot 0,29 = 386,11 \text{ чел. -ч.}$$

$$T_{1.\Gamma} = 638 \cdot 12,3 = 23055 \text{ чел. -ч.}$$

$$T_{2.\Gamma} = 204 \cdot 49,5 = 30739 \text{ чел. -ч.}$$

$$T_{i.\Gamma} = \frac{L_{\Gamma} \cdot A_i \cdot t_{TP}}{1000} \quad (3.24)$$

где:  $T_{TP\Gamma}$  – годовой объём ТР, чел.-ч;

$L_{\Gamma}$  – годовой пробег автомобиля, км;

$t_{TP}$  – удельная нормативная скорректированная трудоёмкость ТР, чел.-ч 1000 км пробега .

$$T_{i.\Gamma} = \frac{68620 \cdot 50 \cdot 3,62}{1000} = 12428,80 \text{ чел. -ч.}$$

Результаты рассчитанных годовых объёмов работ заносим в таблицу 7.

Таблица 7 - Годовые объёмы работ по ТО и ТР для парка АТС(МАЗ-103)

| Вид работ       | $t_i$ | $T_{i\Gamma}$ |
|-----------------|-------|---------------|
| ЕО <sub>с</sub> | 0,525 | 21546         |
| ЕО <sub>т</sub> | 0,26  | 945,53        |
| ТО-1            | 11,84 | 20199,38      |
| ТО-2            | 47,25 | 25845,75      |
| ТР              | 3,32  | 29958,81      |
| Итого $\Sigma$  |       | 98495,46      |

### 3.4 Распределение объёма работ по производственным зонам и участкам предприятия

Для формирования объёмов работ, выполняемых на постах зон ТО, ТР и производственных участках, а также для определения числа рабочих по специальности, производится распределение годовых объёмов работ ТО-1, ТО-2 и ТР по их видам в процентах .

Распределение вспомогательных работ по видам работ представлено в [33].

Работы по самообслуживанию предприятия – составная часть вспомогательных работ

$$T_{\text{сам.г}} = \sum T_i \cdot K_{\text{сам}} \quad (3.25)$$

где:  $K_{\text{сам}}$  – доля работ по самообслуживанию предприятия (в% от объёма вспомогательных работ);

$T_i$  – сумма годовых объемов работ по ТО и ТР для парка АТС.

$$T_{\text{сам.г}} = 41401,04 \cdot 0,25 = 10350 \text{ чел. – ч.}$$

### 3.5 Расчет численности производственного персонала

Технологически необходимое (явочное) число рабочих определяется по формуле:

$$P_T = \frac{T_{\Gamma}}{\Phi_T} \quad (3.26)$$

где:  $T_{\Gamma}$  – годовой объём работ по зонам ТО, ТР или участку, чел.-ч;

$\Phi_{\Gamma}$  – годовой (номинальный) фонд времени технологически необходимого рабочего при 1-сменной работе, ч. Фонд определяется продолжительностью смены (в зависимости от продолжительности рабочей недели) и числом рабочих дней в году, принимаем:

2070 ч. – для нормальных условий труда;

1830 ч. – для вредных условий производства.

Штатное (списочное) число рабочих определяется как:

$$P_{\text{Ш}} = \frac{T_{\Gamma}}{\Phi_{\text{Ш}}} \quad (3.27)$$

где:  $\Phi_{\text{Т}}$  – годовой фонд времени штатного рабочего, ч.

$\Phi_{\text{Ш}} < \Phi_{\text{Т}}$  за счет отпусков и невыходов рабочих по уважительным причинам (выполнение государственных обязанностей, по болезни и пр.)

Согласно [3]:

$\Phi_{\text{Ш}} = 1860$  ч. – для мойщиков и уборщиков подвижного состава;

$\Phi_{\text{Ш}} = 1840$  ч. – для Слесарей по ТО и ремонту, слесарей по ремонту агрегатов и узлов, мотористов, электриков, шиномонтажников, слесарей-станочников, сталяров, обойщиков, арматурщиков, жестянщиков, слесарей по ремонту оборудования.

$\Phi_{\text{Ш}} = 1840$  ч. – для слесарей по ремонту приборов системы

питания, аккумуляторщиков, кузнецов, медников, сварщиков, вулканизаторщиков.

$\Phi_{\text{ш}} = 1610$  ч. – для маляров.

**Распределение годового объёма работ.** Коэффициент штатности определяется по формуле:

$$\eta_{\text{ш}} = \frac{P_{\text{т}}}{P_{\text{ш}}} = \frac{\Phi_{\text{ш}}}{\Phi_{\text{т}}} \quad (3.28)$$

$$\eta_{\text{ш}} = \frac{1830}{2070} = 0.88$$

Таблица 8– Численность производственных рабочих (МАЗ-103)

| Виды работ ТО и ТР                           | Годовой объем работ по видам ПС |          | Р <sub>т</sub> |       | Р <sub>ш</sub> |       |
|--|---------------------------------|----------|----------------|-------|----------------|-------|
|  | Автомобили %                    | чел.ч.   | рассч.         | прин. | рассч.         | прин. |
| ЕОС  |                                 |          |                |       |                |       |
| уборочные                                    | 14                              | 3016,44  | 1,4572         | 1     | 1,6483         | 2     |
| моечные                                      | 9                               | 1939,14  | 0,9368         | 1     | 1,0596         | 1     |
| заправочные                                  | 14                              | 3016,44  | 1,4572         | 1     | 1,6483         | 2     |
| контрольно-диагностические                   | 16                              | 3447,36  | 1,6654         | 2     | 1,8838         | 2     |
| ремонтные (устранение мелких неисправностей) | 47                              | 10126,62 | 4,8921         | 5     | 5,5337         | 6     |
| И т о г о :                                  | 100                             | 21546    | 10,4087        | 10    | 11,7738        | 12    |
| ЕОТ  |                                 |          |                |       |                |       |
| Уборочные                                    | 40                              | 378,21   | 0,1827         | 0     | 0,2067         | 0     |
| Моечные                                      | 60                              | 567,32   | 0,2741         | 0     | 0,3100         | 0     |
| ИТОГО  | 100                             | 945,53   | 0,4568         | 0     | 0,5167         | 1     |
| ТО – 1                                       |                                 |          |                |       |                |       |
| Диагностирование Д1                          | 10                              | 2019,94  | 0,9758         | 1     | 1,1038         | 1     |
| Крепеж., регуляр., смазочные                 | 90                              | 18179,44 | 8,7823         | 9     | 9,9341         | 10    |
| ИТОГО  | 100                             | 20199,38 | 9,7582         | 10    | 11,0379        | 11    |
| ТО – 2                                       |                                 |          |                |       |                |       |
| Диагностирование Д2                          | 10                              | 2584,58  | 1,2486         | 1     | 1,4123         | 1     |
| ИТОГО  | 100                             | 25845,75 | 12,4859        | 12    | 14,1234        | 14    |

Окончание таблицы 8.

| Виды работ ТО и ТР | Годовой объем работ по видам ПС | Р <sub>т</sub> | Р <sub>ш</sub> |
|--------------------|---------------------------------|----------------|----------------|
|--------------------|---------------------------------|----------------|----------------|

|                                   | Автомобили<br>% | чел.ч.   | рассч.  | прин. | рассч.  | прин. |
|-----------------------------------|-----------------|----------|---------|-------|---------|-------|
| ТР                                |                 |          |         |       |         |       |
| Постовые работы:                  |                 |          |         |       |         |       |
| Диагностирование Д1               | 1               | 299,59   | 0,1447  | 0     | 0,1637  | 0     |
| Диагностирование Д2               | 1               | 299,59   | 0,1447  | 0     | 0,1637  | 0     |
| Крепеж.регуляр.,смазочные         | 35              | 10485,58 | 5,0655  | 5     | 5,7298  | 6     |
| Сварочные                         | 0               | 0,00     | 0,0000  | 0     | 0,0000  | 0     |
| Жестянические                     | 0               | 0,00     | 0,0000  | 0     | 0,0000  | 0     |
| Окрасочные                        | 6               | 1797,53  | 0,8684  | 1     | 0,9823  | 1     |
| ИТОГО                             | 50              | 12882,29 | 6,2233  | 6     | 7,0395  | 7     |
| Участковые работы:                |                 |          |         |       |         |       |
| Агрегатные                        | 18              | 5392,59  | 2,6051  | 3     | 2,9468  | 3     |
| Слесарно-механические             | 10              | 2995,88  | 1,4473  | 1     | 1,6371  | 2     |
| Аккумуляторный                    | 2               | 599,18   | 0,2895  | 0     | 0,3274  | 0     |
| Ремонт<br>приборов систем питания | 4               | 1198,35  | 0,5789  | 1     | 0,6548  | 1     |
| Арматурные                        | 1               | 299,59   | 0,1447  | 0     | 0,1637  | 0     |
| Шиномонтажные                     | 1               | 299,59   | 0,1447  | 0     | 0,1637  | 0     |
| Вулканизационные                  | 1               | 299,59   | 0,1447  | 0     | 0,1637  | 0     |
| Кузнечно-рессорные                | 3               | 898,76   | 0,4342  | 0     | 0,4911  | 0     |
| Медницкие                         | 2               | 599,18   | 0,2895  | 0     | 0,3274  | 0     |
| Сварочные                         | 1               | 299,59   | 0,1447  | 0     | 0,1637  | 0     |
| Жестянические                     | 1               | 299,59   | 0,1447  | 0     | 0,1637  | 0     |
| Обойные                           | 1               | 299,59   | 0,1447  | 0     | 0,1637  | 0     |
| Электротехнические                | 5               | 1497,94  | 0,7236  | 1     | 0,8185  | 1     |
| ИТОГО                             | 50              | 14979,40 | 7,2364  | 7     | 8,1855  | 8     |
| ИТОГИ                             | 100             | 27861,69 | 13,4598 | 13    | 15,2250 | 15    |

### 3.5 Выбор и обоснование режима работы зон и участков, методов организации ТО и диагностики ПС

Расчет числа постов ТО и ТР вторым методом (укрупненным) в отличие от первого, производится не через  $\tau$  и  $R$ , а исходя из объема работ, фонда времени поста и числа рабочих, одновременно работающих на посту.

Число постов ЕОс (по видам работ, кроме механизированных), а также Д-1, Д-2, ТО-1, ТО-2, и ТР (постовых):

$$X_i = \frac{T_{\Gamma} \cdot \varphi}{D_{\text{раб.г}} \cdot T_{\text{сам}} \cdot C \cdot P_{\text{ср}} \cdot \eta_{\text{п}}} \quad (3.29)$$

где:  $T_{\Gamma}$  — годовой объём работ соответствующего вида технического воздействия, чел.-ч;

$\varphi$  — коэффициент неравномерности загрузки постов [33];

$D_{\text{раб.г}}$  — число рабочих дней в году;

$T_{\text{см}}$  — продолжительность смены, ч [33];

$C$  — число смен;

$P_{\text{ср}}$  — среднее число рабочих, одновременно работающих на посту [33]

$\eta_{\text{п}}$  — коэффициент использования рабочего времени поста [33]

Произвожу расчет по формуле 24:

$$X_{\text{ЕОс}}(M) = \frac{21546 \cdot 1.15}{365 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 0.94} \approx 3$$

$$X_{\text{ТО1}}(M) = \frac{20199.53 \cdot 1.15}{365 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 0.94} \approx 3$$

$$X_{\text{ТО2}}(M) = \frac{25845.75 \cdot 1.15}{365 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 0.94} \approx 4$$

$$X_{\text{ТР}} = (M) \frac{29958.81 \cdot 1.15}{365 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 5.5 \cdot 0.94} = 1,75 \approx 5$$

Расчет числа постов и линий при поточном методе обслуживания. Поточный метод обслуживания может быть периодического или непрерывного действия.

Поточные линии периодического действия могут использоваться при выполнении ТО-1 и ТО-2

в крупных предприятиях при обслуживании однотипных автомобилей ТО-1 более 12...15 автомобилей и ТО-2 более 5...6 автомобилей. Поточные линии непрерывного действия применяются для ЕОс использованием механизированных установок для мойки и сушки автомобилей при минимальной суточной программе не менее 100 обслуживаемых однотипных автомобилей.

### 3.7 Расчет зоны ТО, участка диагностирования.

При поточном производстве площадь зоны ТО, участка диагностирования:

$$F_{3.м.} = L_3 * B_3(3.30)$$

где  $L_3$  – длина зоны (участка), м;  
 $B_3$  – ширина зоны (участка), м.

$$F_{3.м.} = 170 * 9,5 = 1615 \text{ м}^2$$

$$L_{3.м.} = L_l + 2a_1(3.31)$$

где  $L_l$  – рабочая длина линии, м;  
 $a_1 = 1,5...2$  м – расстояние от автомобиля до наружных ворот.

$$L_{3.м.} = 166 + 2 * 2 = 170 \text{ м.}$$

$$L_{л.м.} = L_a П + a(П - 1)(3.32)$$

где  $L_a$  – габаритная длина автомобиля, м;  
 $П$  – число постов в соответствующей зоне (участке);  
 $a = 1,2...2$  – расстояние между автомобилями, находящимися на потоке, м.

$$L_{л.м.} = 12 * 12 + 2 * (12 - 1) = 166 \text{ м.}$$

### 3.8 Сравнительный анализ технико-экономических показателей и показателей полученных в процессе проектирования АТП

Таблица 9– Сравнительный анализ

| № | Наименование показателей                    | ТЭП   | Технологический расчет | Отклонение от норматива, % |
|---|---|-------|------------------------|----------------------------|
| 1 | Численность ремонтных рабочих               | 59    | 45                     | -24                        |
| 2 | Количество постов                           | 20    | 15                     | -25                        |
| 3 | Площадь производственно-складских помещений | 4275  | 8382                   | +49                        |
| 4 | Площадь вспомогательных помещений           | 1413  | 636                    | -55                        |
| 5 | Площадь стоянки                             | 5670  | 8849                   | +35                        |
| 6 | Площадь территории                          | 21465 | 46030                  | +54                        |

Таблица 10 – Показатели эффективности системы профилактики АТС МП г.Красноярск КПАТП №5

| Наименование показателя  | Обозначение | Значение            |             |                            |
|--------------------------|-------------|---------------------|-------------|----------------------------|
|                          |             | по цикловому методу | фактическое | по рек.завода изготовителя |
| Списочное число АТС, ед. | $A_c$       | 93                  | 93          | 93                         |
| Число АТС в линии, ед.   | $A_b$       | 87                  | 74          | 86                         |

|                                     |               |       |         |       |
|-------------------------------------|---------------|-------|---------|-------|
| Коэффициент выпуска                 | $\alpha_B$    |       | 0,74    |       |
| Периодичность ТО-1, км.             | $L_{TO1}$     | 4000  | 8000    | 7500  |
| Периодичность ТО-2, км.             | $L_{TO2}$     | 16000 | 32000   | 30000 |
| Годовой пробег АТС, км.             | $L_T$         | 68620 | 73000   | 73954 |
| Коэффициент технической готовности  | $\alpha_T$    | 0,94  | 0,8     | 0,92  |
| Кол-во заявочного ремонта (ТР), ед. | $N_{ci}$      | -     | 8591    | -     |
| Количество сходов АТС               | $N_{cx}$      | 0     | 633     | -     |
| Количество ТО-1, ед. в год.         | $N_{TO1}$     | 1710  | 297     | 837   |
| Количество ТО-2, ед. в год.         | $N_{TO2}$     | 547   | 224     | 279   |
| Трудоемкость, чел.-ч.               | $\tau_i$      |       |         |       |
| ТО-1                                | $\tau_{TO-1}$ | 11,84 | 9       | 13,3  |
| ТО-2                                | $\tau_{TO-2}$ | 47,25 | 56      | 53,55 |
| ТР                                  | $\tau_{TP}$   | 4     | 8       | 8     |
| Годовые объемы работ, чел.-ч.       | $T_i$         |       |         |       |
| ТО-1                                | $T_{TO-1}$    | 20199 | 2673    | 11205 |
| ТО-2                                | $T_{TO-2}$    | 25845 | 12544   | 14940 |
| ТР                                  | $T_{TP}$      | 29958 | 68728   | 55688 |
| Затраты на обслуживание, руб.       | $C_i$         |       |         |       |
| ТО-1                                | $C_{TO-1}$    | -     | 835500  |       |
| ТО-2                                | $C_{TO-2}$    | -     | 3119200 |       |
| ТР                                  | $C_{TP}$      | -     | 9673466 |       |

## ВЫВОД

Оценка работоспособности автобусов в условиях эксплуатации Сибири и Крайнего Севера сложный и трудоемкий процесс. В настоящее время в отрасли транспорта применяется единая техническая политика. Единая техническая политика заключается в выполнении регламентных работ техническое обслуживание-1 и 2 (ТО), сезонное обслуживание (СО) и текущий ремонт (ТР) по потребности т.е. принята 2х ступенчатая система технического обслуживания и ремонта АТС. Одним из существенных недочетов (применяемой технической политики) является то, что методика расчета технических показателей оценки работы системы ТО и Р определяются по средним значениям, без знания закономерности проявления случайных событий. В отсутствии знаний о закономерности проявления случайных процессов текущие ремонты отказавших элементов проявляются в случайный момент времени. Поэтому система ТО работает хаотично - проявляются сходы маршрутов автобусов, а система ТО работает либо с недогрузкой или перегрузкой, что существенно влияет на снижение уровня технической готовности и повышения эксплуатационных затрат. Вот почему существующая система профилактического обслуживания и ремонта АТС требует изучения для повышения уровня безотказной работы элементов АТС не периодических интервалах технического ресурса.

В таблице 10 представлены данные моделирования системы ТО и Р АТС при различных значениях периодичности плановых видов обслуживания (ТО-1 и ТО-2). С учетом полученных данных представляется возможным оценить затраты на поддержание надежности АТС в работоспособном состоянии  $\Sigma C_{\text{ПН}}$  при различных значениях периодичности обслуживания АТС.

#### **4 Анализ существующей системы профилактики АТС**

Профилактика (др.-греч. prophylaktikos – предохранительный) — комплекс мероприятий, направленных на предупреждение какого-либо явления и/или устранение факторов риска.



Профилактика – искусство предвидения, прогнозирования и сохранение номинальных параметров сложных систем на расчетном уровне эксплуатационной надежности.

Профилактика АТС – сложный технологический механизм, базирующийся на: создании математических моделей, технологий информационного, программного и нормативного обеспечения; моделей формирования, оценки кратности прогнозирования и календарного планирования разновидностей профилактик.

Система профилактики АТС предназначена для обеспечения надежности и эффективности технической эксплуатации АТС путем проведения профилактического технического обслуживания и ремонта автомобилей в АТП с использованием методов и средств диагностики. Система профилактики АТС предполагает исследование и разработку научной гипотезы, методы и способы аналитического и статистического моделирования и оптимизации технологического процесса восстановления работоспособности и управления процессом восстановления работоспособности АТС.

Целью проектирования многоступенчатой технологии профилактики АТС по разновидностям технических воздействий (РТВ) является минимизация затрат на поддержание заданного уровня надежности автомобилей за интервал периодического восстановления (ИПВ). Под термином разновидность технических воздействий понимается комбинация ступеней профилактики различной номенклатуры и трудоемкости восстановления, образующиеся при одновременной реализации кратных значений периодичности ступеней профилактики. Степень профилактики - вид технического воздействия с фиксированной номенклатурой и периодичностью. Интервал периодического восстановления – комбинация РТВ от одного их совпадения и до предельного состояния объекта.

Проблема проектирования технологии профилактики в системе обеспечения надежности и эффективности технической эксплуатации АТС многоаспектная.

Формализация системы проектирования многоступенчатой технологии позволяет, с учетом гибких стратегий и инструментального диагностирования спроектировать систему, вводя либо априорную, либо апостериорную информацию.

Таким образом, еще на этапе изготовления АТС представляется возможным создать современную многоступенчатую технологию профилактики, управления системой профилактики АТС.

Система управления процессами профилактики АТС есть совокупность технологических, организационных, профилактических, информационных, психологических, взаимосвязанных элементов, обеспечивающих целенаправленное воздействие на соответствующие факторы и условия при разработке, производстве и эксплуатации объектов. Это наименее изученные объекты, представляющие как научный, так и практический интерес с точки зрения комплексного подхода к исследованию их оптимального функционирования с учетом характеристик надежности АТС.

Низкое качество изготовления АТС, обуславливает и низкое качество управления процессами проектирования, нормирования, прогнозирования календарного планирования разновидностей профилактики.

Оценить уровень проектирования технологии конструкции АТС и его влияние на уровень проектирования технологии профилактики системы, с одной стороны. С другой, оценить уровень проектирования технологии профилактики АТС и его влияние на уровень их безотказности остается для специалистов одной из перспективных проблем.

**На первом этапе** предусматривается исследование существующих методов обеспечения надежности и эффективности системы профилактики АТС, т.е. осуществляется процесс накопления знаний об исследуемой системе. Вырабатывается гипотеза проектирования системы - о возможной закономерности проявления случайных событий—отказов, образуя центры их формирования по периодичности в многомерном пространстве технической эксплуатации АТС до предельного их состояния. Формулируется цель исследования – повышение уровня эксплуатационной надежности при минимальных издержках трудовых и материальных затрат.

**На втором этапе** исследуются и разрабатываются научные гипотезы, методы и задачи аналитического и статистического моделирования технологии профилактики АТС. На втором этапе исследуется теория технической эксплуатации автомобилей.

Создание аналитической модели и программы оценки ведущей функции и параметра потока отказов нестационарного процесса восстановления К-го порядка.

**На третьем этапе** разрабатывается технология информационного обеспечения системы профилактики: алгоритм и программы сбора информации об обслуживании АТС на производстве. Блок включает создание технической документации для сбора, обработки и хранения информации; создание баз данных для автоматизированного формирования баз данных: оптимальная периодичность и интервал периодического восстановления; нормы трудоемкости, расхода запасных частей и материалов как по разновидностям технических воздействий, так и по интервалам наработки

**На четвёртом этапе** оптимизируется система профилактики АТС по параметрам: загрузки, производительности и эффективности для принятия инженерно-технической службой целенаправленных решений в обеспечении надлежащего уровня технической готовности автомобильного парка при минимальных эксплуатационных затратах.

При исследовании надежности АТС используются множество технических, математических, специальных терминов и определений.

Единообразие в их использовании является предпосылкой научного подхода к решению практических задач обеспечения надежности. Соблюдение требований ГОСТов – основополагающий принцип инженерного образования.

Качество системы профилактики АТС – совокупность свойств объекта, предусматривающийся в процессе проектирования, изготовления и прояв-

ляющееся в процессе их эксплуатации и способствуют выполнению заданных функций в соответствии с его назначением.

Научные и практические задачи проектирования, изготовления и эксплуатации сложных систем оценки качества, связанные с созданием и обеспечением работоспособности техники, оказался настолько сложным и многогранным, что развилась отдельная прикладная наука – теория надежности для оценки технико-экономических критериев качества. Она базируется на использовании теории вероятности и математической статистики, использует технические термины и понятия, изучает факторы и закономерности изменения технического состояния машин и механизмов, разрабатывает методы оценки и прогнозирования надежности.

Разработка технического регламента системы профилактики очень сложный и трудоемкий процесс, предполагающий поэтапное его выполнения см. рис. 15. В модель разработки технического регламента входит совершенствование информационного, организационного, нормативного и правового обеспечения АТП. Рассмотрим каждый этап более подробно.

| ЭТАП- 1. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ   |  |   |
|---|--|---|
| ЦЕЛЬ – повышение эффективности функционирования системы профилактики АТС методам оценки системы ТО и ТР по диагностическим показателям. | Анализ существующей системы профилактического обслуживания и ремонта ТС. Разработка методики исследования. | Анализ функциональной модели оптимизации и управления системой профилактики.  |
| ЭТАП- 2. МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ СИСТЕМЫ ТО И ТР ПО ДИАГНОСТИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ   |  |   |
| Разработка модели оценки показателей надежности по диагностическим параметрам   | Разработка модели, формализации механизма проектирования системы профилактики                              | Разработка ступеней профилактики.   |
| ЭТАП- 3. РАЗРАБОТКА МНОГООРУПЕНЧАТОЙ СИСТЕМЫ ПРОФИЛАКТИКИ АТС   |  |   |
| Сбор исходных данных для расчета  | Расчет ступеней профилактики, формирование ступеней профилактики, единичного интервала                     | Разработка графика выполнения РТВ   |
| ЭТАП-4. РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ ОЦЕНИВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ОПТИМИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ ПРОФИЛАКТИКИ   |  |   |
| Разработка структуры оптимизации и управления системы профилактики  | Разработка модели оценивания системы ТО и ТР по диагностическим показателям.                               | Разработка моделей производительности и эффективности системы профилактики. Технический регламент оптимизации системы профилактики. |

Рисунок 15–Методика проектирования системы профилактики АТС как системы массового обслуживания

## 4.1 Формирование вариационного ряда

Формировать вариационный ряд возможно как для выполненных работ, так и на израсходованные материалы (ТМЦ). Для этого необходимо: отобразить данные по критериям: 1 – отобразить информацию по интересующей позиции данных. Когда в итоговых таблице отображены данные необходимо поставить галочку на против надписи “Формирования вар. ряда” если выбор и формирование было по использованным материалам или нажать на кнопку “Формирования вар. ряда”, если выбор и формирование было по выполненным работам. После необходимо нажать кнопку “Формирование вариационного ряда” на страницах «Использованных материалов» и «Выполненных работах».

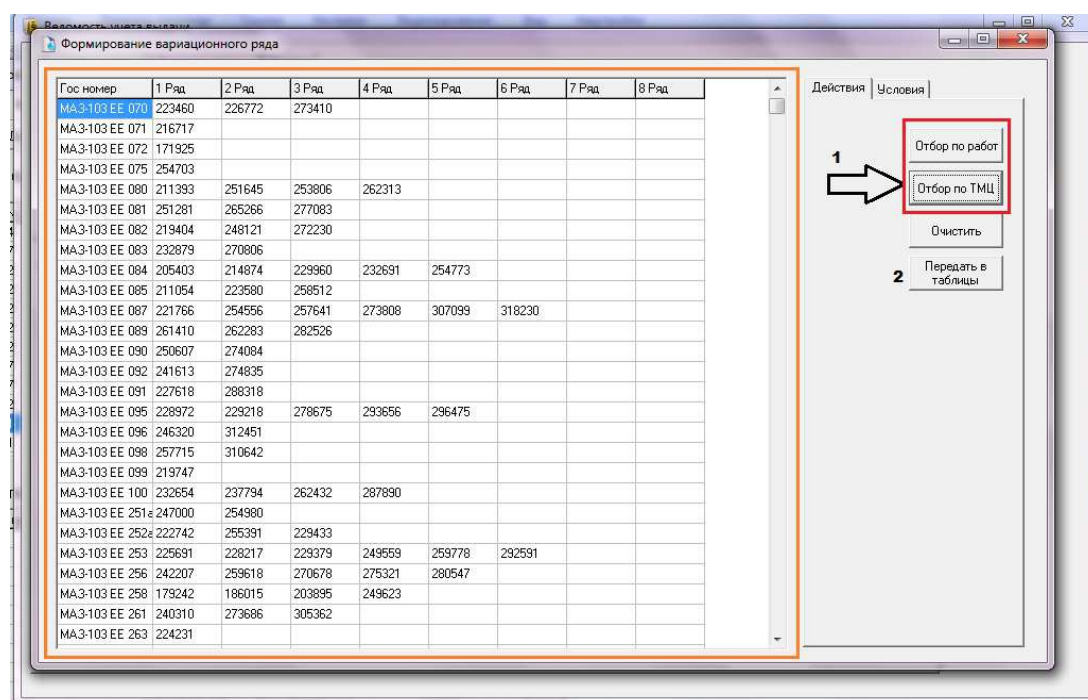


Рисунок 28 – Формирование вариационного ряда

Таблица 11 – Вариационные ряды

| Наименования элемента                    | Значения пробега до первой замены   |
|--|---|
| Топливная система                        |   |
| Замена топливного бака                   | 37993 70536 127825 222437 231209 260300 275735 321499 334395 335612 351807 387262 400238 433905 488180 508514 540903 570622 602799  |
| Замена трубки форсунки                   | 236840 263357 296011 304469 391800 416330 452160 457189 458304 463414 487820 495000 509302 522939 529055 573384   |
| Замена датчика уровня топлива            | 5038 24856 42930 58417 119613 197410 230089 240820 244265 246951 248251 256649 256737 263148 272886 273920 281166 287022 297500 299005 313016 351656 382400   |
| Замена клапана активации впрыска топлива | 101994 154993 162443 175860 180053 188430 209221 209720 211451 225361 235164 237410 259549 331760 345782 357376 410939 602799 625533 634864 700499 752578 761617 794707   |
| Замена распылителя Deutz форсунок        | 133170 135693 143189 144308 150027 152978 175197 184180 196693 212235 228792 257787 261932 267491 268329 273266 277329 296505 304334 304550 307500 311318 314604 322909 323134 323295 339936 385050 390533 404230 405500 434700 480647 492200 516017 588314   |
| Замена стаканов форсунки                 | 325500 346694 365594 409518 436495 760049 762701  |
| Замена уплотнительных колец форсунок     | 11899 163597 204975 239675 240720 257532 262940 271289 274361 276230 286722 291231 291638 300500 309065 318637 351569 363966 367758 404229 419227 423893 428833 439663 447534 451108 454658 481120 504911 518085 518961 548938 548998 556085 579398 585885 596601 598825 635538 650731 721962 739144 742142 794707        |
| Замена форсунок                          | 124904 137982 164987 172568 201354 202959 220700 222167 226555 235164 235403 236413 237788 238612 241384 244724 258558 267665 269807 271420 286952 297397 384406 415431 478748 479600 479831 481681 483011 500706 518395 554910 586387 616042 721962  |
| Замена топливного насоса                 | 85058 146100 152307 156200 162108 193592 229090 248638 258000 262868 267382 268790 279139 301741 303414 309975 318960 320266 325631 349528 356151 360133 374598 380325 393279 394500 395400 402669 407470 411200 411618 414810 417024 420579 427156 430898 432700 433675 444567 447719 450300 451360 452121 472214 487391 |
| Замена топливного фильтра                | 20230 25880 103451 103594 109543 123541 145760 146100 152131 164103 168012 169154 170167 188430 192637 193290 201165 205550 212012 215939 218173 224441 229141 230048 232589 232627 233995 234605 235164 239690 240299 240430 240722 243617 247381 272685 292402 293980 313845 327410 329502 374192 391974 394584 399920  |

## 4.2 Формирования карты безотказности

Одним из распространенных количественных показателей надежности является вероятность безотказной работы элемента или системы  $P(L)$  за определенный промежуток времени. Вероятность безотказной работы позволяет:

- оценить безотказность в любой момент наработки; рассчитать среднюю наработку на
- отказ и между отказами; оценить качество новых и отремонтированных элементов (в условиях авторемонтных заводов, мастерских или автотранспортных предприятий);
- исследовать влияние внешних внутренних факторов изменения технического состояния

Таким образом, вероятность безотказной работы является одной из удачных характеристик надежности, так как учитывает большинство факторов, влияющих на надежность, дает наглядное представление о характере изменения надежности во времени и может использоваться для различных технических расчетов. Этот показатель поддается инженерному расчету на этапе проектирования, если известны количественные характеристики надежности комплектующих элементов и их количество в системе.

Содержательной формой представления показателей надежности является карта надежности, которая объединяет графики вероятности безотказной работы до первой и последующих замен элементов, лимитирующих надежность, с указанием места их расположения на автомобиле. Карта надежности - зеркало надежности выпускаемых изделий. Карту надежности составляют при учете наработки деталей на их замену. При этом определяются вероятности безотказной работы по каждой из деталей на разных интервалах наработки между профилактиками, дальними рейсами, периодами командировок.

Карта надежности позволяет: выявить детали и узлы, требующие повышенного внимания при ТО и ремонте автомобилей. Определить оптимальную периодичность (время) проведения профилактических работ. Определить количество запасных частей и оборотных агрегатов на различных интервалах; наработки, а также на год, квартал, месяц. Выявить наиболее часто повторяемые работы; планировать потребность в трудовых ресурсах; создавать оборотный и возимые запасы; планировать потребность в гаражном оборудовании; эффективно управлять системой профилактики АТС. С использованием карты надежности представляется возможным характеризовать качество изготовления изделий в сфере производства АТС и качество работоспособности системы профилактики в сфере эксплуатации. Количественные характеристики, входящие в карту надежности являются необходимой нормативной базой и характеризуют уровень престижности и конкурентоспособности функционирования сложных систем.

Произведя расчеты вариационных рядов с помощью программы на ЭВМ: "Модель статистического оценивания характеристик надежности и эффективности"(рис16.), где расчет выполняется быстро и с построением

графиков.

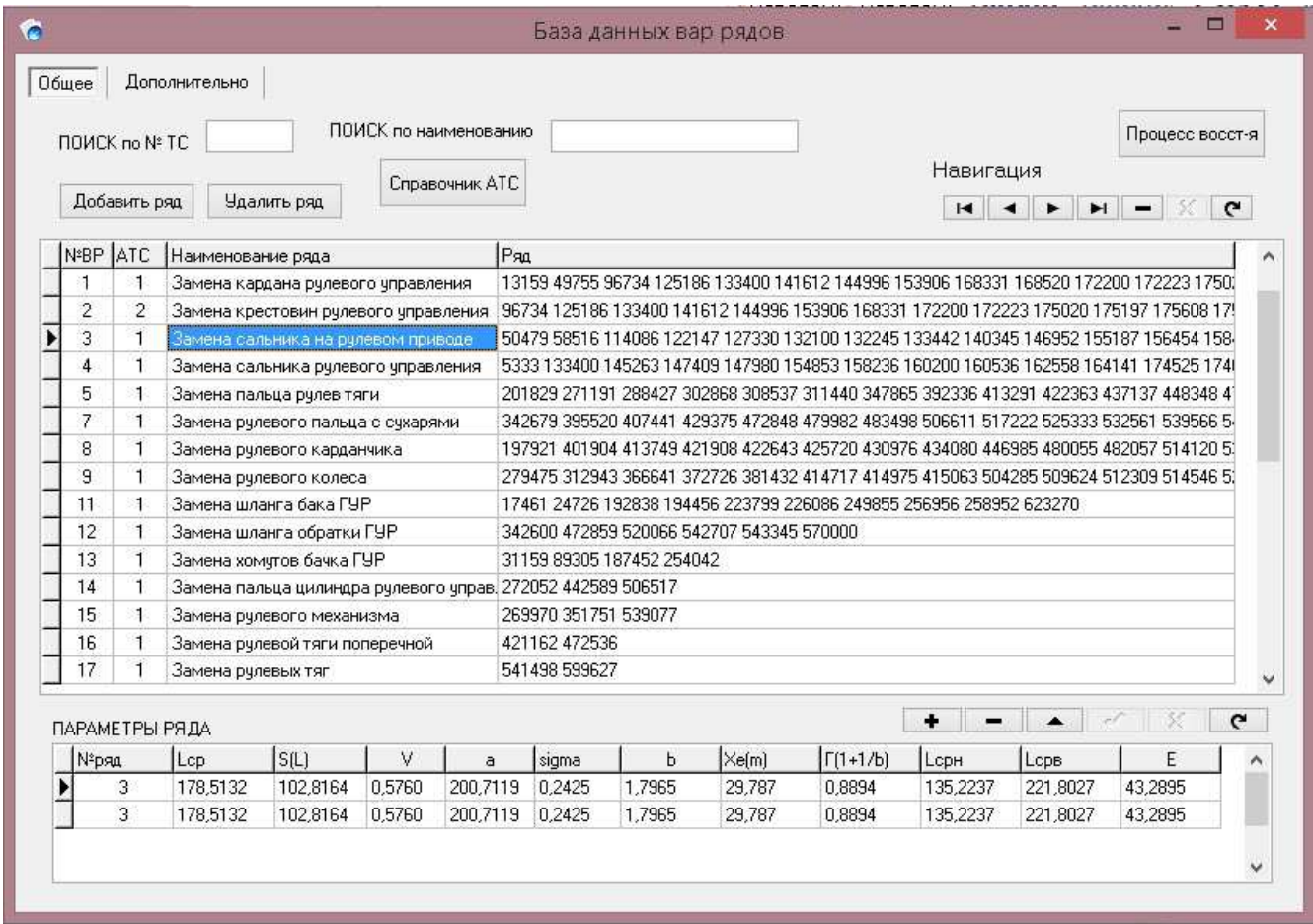


Рисунок 16– Интерфейс программы “Модель статистического оценивания характеристик надежности и эффективности”



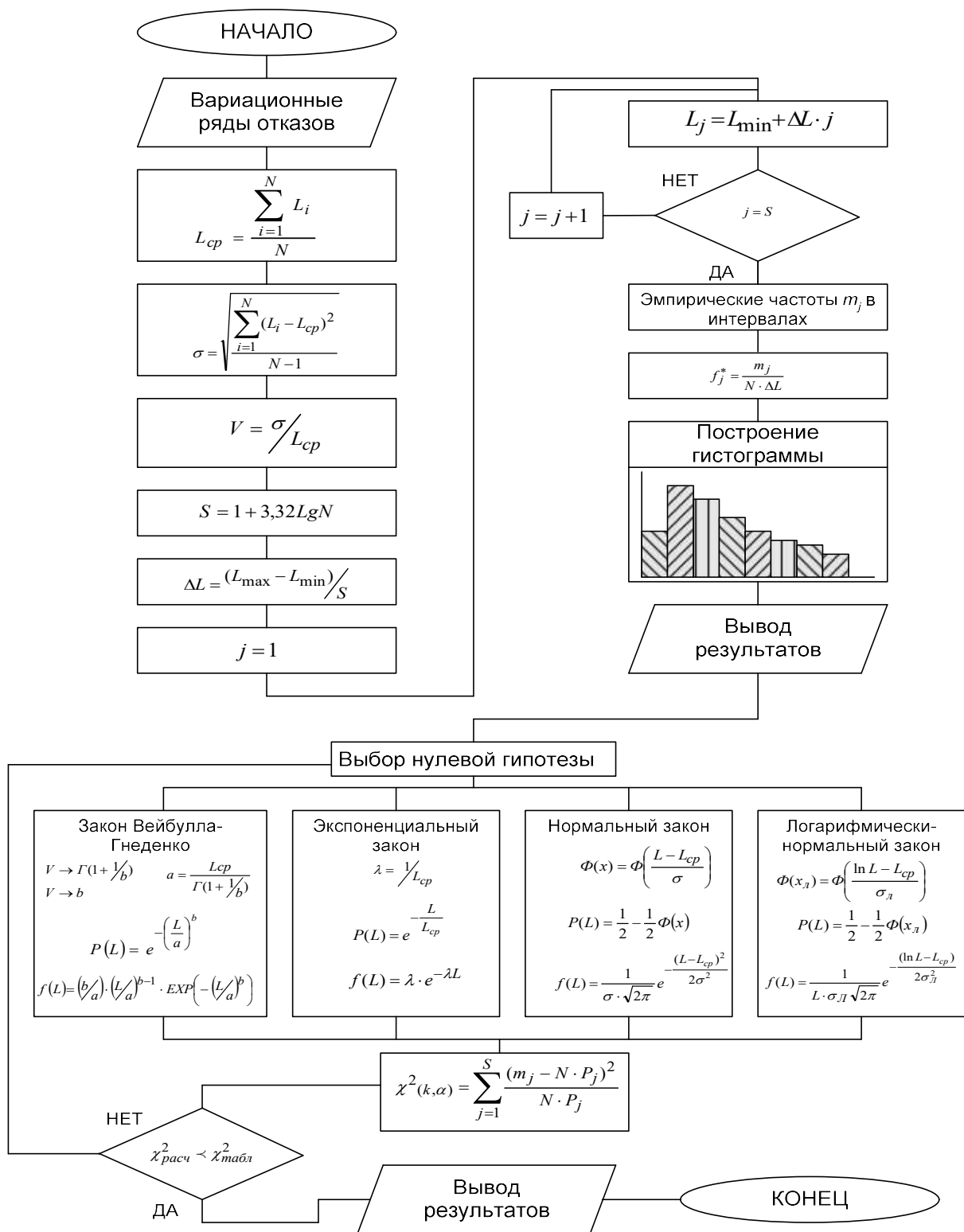
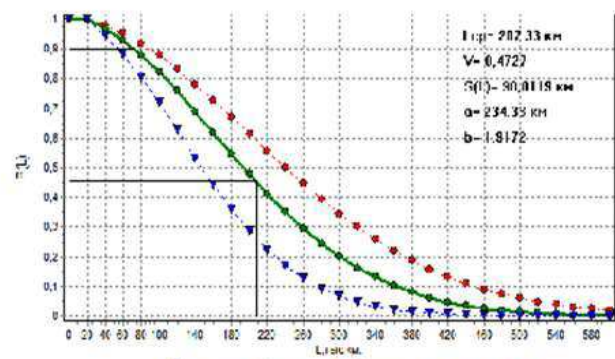
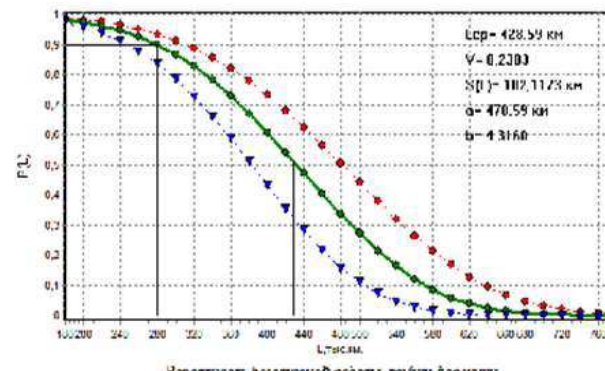


Рисунок 17 – Модель расчета показателей надежности и диагностики

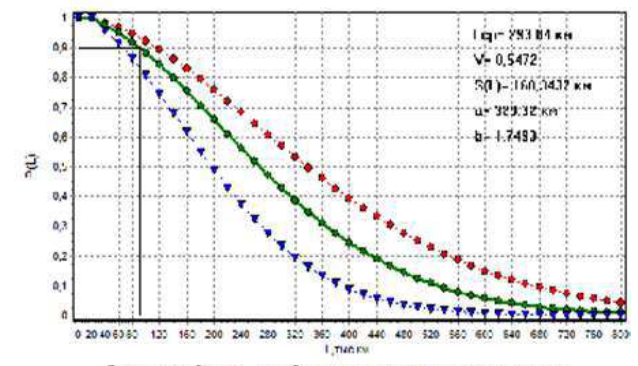
Расположив графики вероятностей безотказной работы вокруг рисунка элементов топливной системы автобуса МАЗ -103, мы получим наглядно карту безотказности (надежности) см. рис. 18.



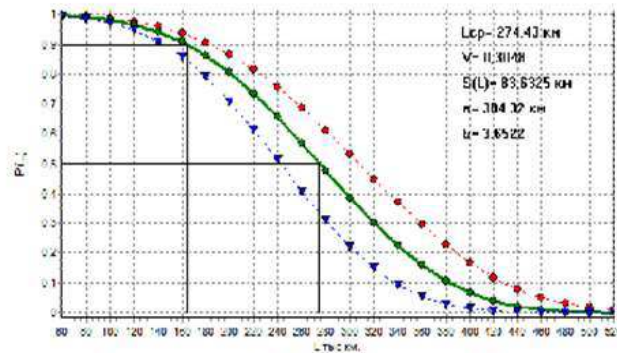
Вероятность безотказной работы датчика уровня топлива



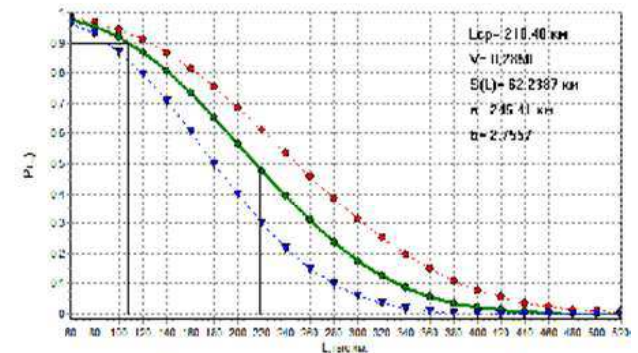
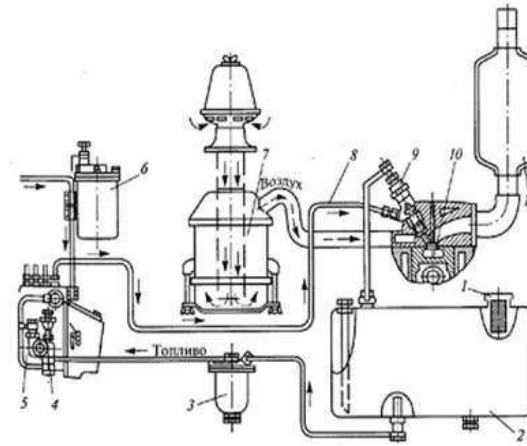
Вероятность безотказной работы топливного насоса



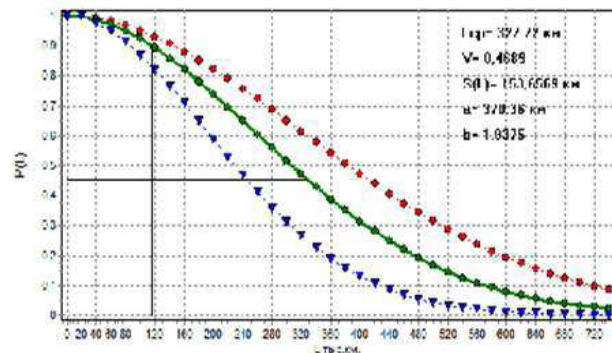
Вероятность безотказной работы топливного насоса при работе на холостом ходу



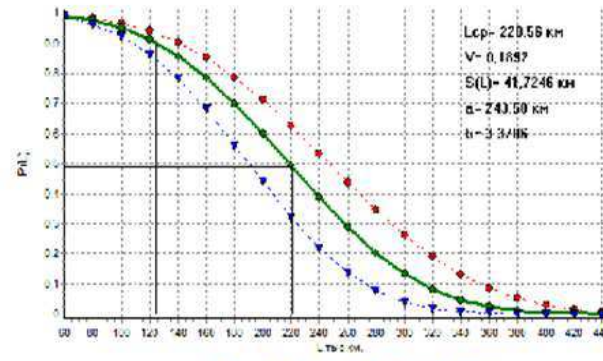
Вероятность безотказной работы топливного насоса при работе на холостом ходу



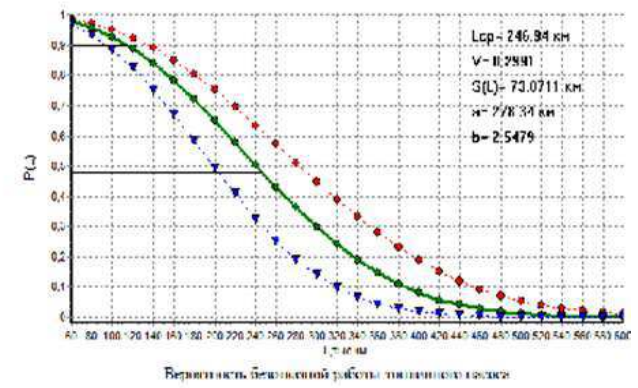
Вероятность безотказной работы топливного насоса при работе на холостом ходу



Вероятность безотказной работы топливного насоса



Вероятность безотказной работы топливного насоса



Вероятность безотказной работы топливного насоса

Рисунок 18 – Карта безотказности топливной системы

### 4.3 Проектирование многоступенчатой технологии профилактики

При формировании разновидностей профилактики АТС необходимо выполнять следующие обязательные условия и ограничения:

1. Соблюдать основной принцип конструирования машин – принцип равной долговечности;
2. Обеспечить кратность периодичности ступени профилактики к среднесуточному пробегу;
3. Обеспечить многовариантность- сортировку и кодирование элементов по разновидностям стратегий процесса восстановления: по потребности, регламентная групповая, комбинированная для деталей, лимитирующих надежность АТС; регламентная по назначенному ресурсу – для деталей, лимитирующих безопасность дорожного движения и экологию окружающей среды.

4. Коэффициент вариации периодичности ступени профилактики должен находиться в пределах  $V=0.30-0.35$ .

5. Проектирование технологии системы профилактики, при реализации ее в практику необходимо знать номенклатуру, код и перечень элементарных технологических операций, наименование (шифры) элементов, и расчетную периодичность их замены АТС, полученные в реальных условиях эксплуатации.

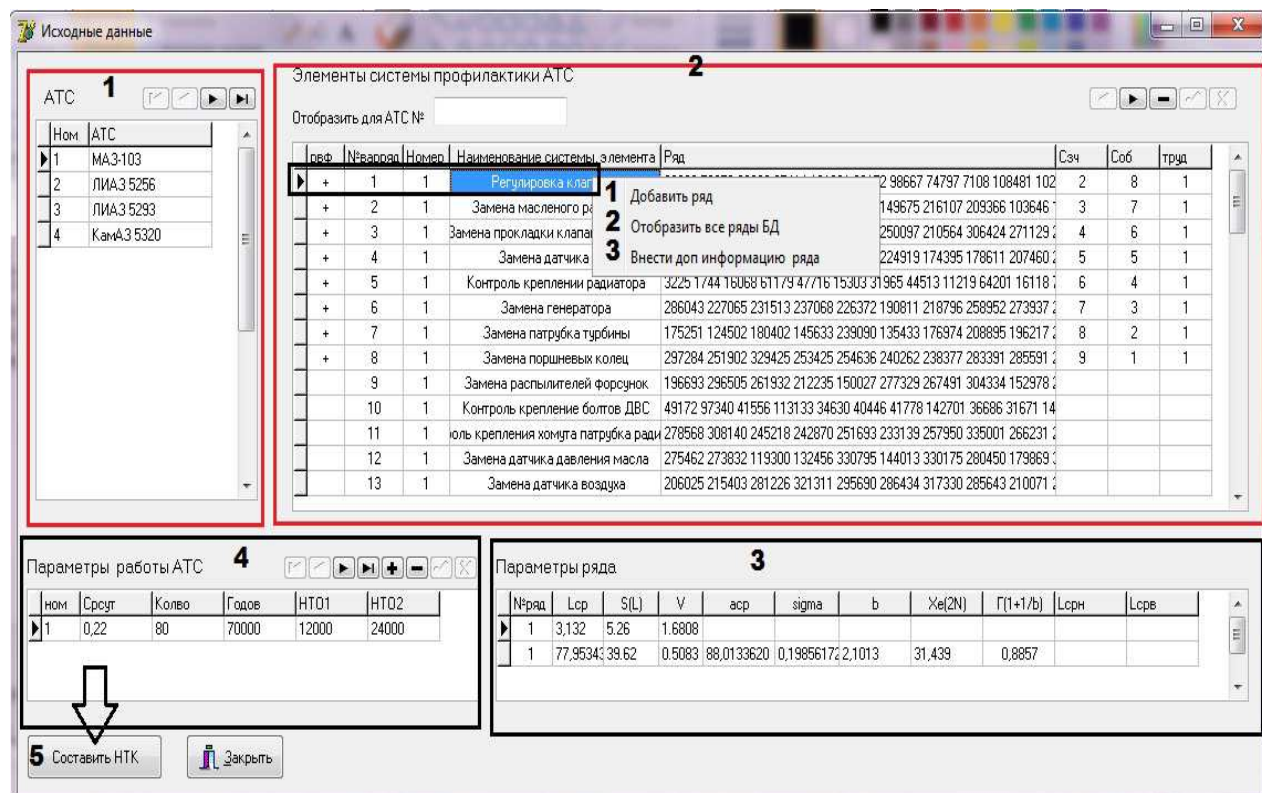
Для проектирования и управления системой профилактики АТС выбраны следующие стратегии процесса восстановления – по потребности, регламентная; периодическая; групповая и комбинированная, как наиболее предпочтительные с точки зрения безопасности, оперативности и эффективности управления технологическим процессом профилактики. Подробный анализ которых рассмотрен выше.

На втором этапе методология проектирования многоступенчатой технологии профилактики АТС формализовано по следующему алгоритму. Вначале оптимизируется периодичность проведения профилактик, с учетом характеристик теории надежности, теории процесса восстановления на основе алгебры логики и теории множеств. В качестве критерия минимизации здесь взяты годовые затраты на систему профилактики (см. рис. 19). Из рис. 19 видно, что с увеличением количества интервалов группирования элементов в ступени профилактики растет совокупная стоимость РТВ, а затраты на устранение внезапных (аварийных) отказов уменьшаются. Это происходит из-за более точного учета оптимального технического ресурса элементов автомобиля, так как при большем количестве ступеней профилактики  $Z$  происходит более дифференцированное группирование элементов. Поэтому существует точка  $[C_{ППРmin}; Z_{opt}]$ , при которой минимизируется целевая функция.

С использованием современных языков программирования, представляется возможным, еще на этапе изготовления АТС проектировать многоступенчатую технологию профилактики; проводить машинный эксперимент; создать технологические карты в виде паспорта профилактики АТС.

Программа «Проектирование многоуровневой системы профилактики» (далее Программа) разработана сотрудниками кафедры «Транспорт» Политехнического института Сибирского федерального университета на языке Delphi.

Основное окно программы, которое увидит пользователь, после проверки прав доступа, представлено на рисунке 19. Главная форма Программы условно разделена на 4 части: 1 – АТС имеющиеся в БД; 2 – имеющиеся в базе данных вариационные ряды; 3 – параметры ряда; 4 – Параметры работы АТС.



1 – АТС имеющиеся в БД; 2 – имеющиеся в базе данных вариационные ряды; 3 – параметры ряда; 4 – Параметры работы АТС

Рисунок 19 – Главная форма интерфейса программы

Используя данную программу получим следующие показатели .



Таблица 12– Показатели надежности: долговечности, безотказности и ремонт-  
топригодности элементов топливной системы

| №<br>п/<br>п | Наименование элементов и<br>операций        | Средний<br>ресурс,<br>$L_{cp}$ ,<br>тыс.км. | Стоимость                              |                              | Трудоём-<br>кость<br>опера-<br>ции, $t_{cp}$ ,<br>чел.ч. |
|--------------|---|---|--|------------------------------|--|
|              |   |   | Нового<br>элемента,<br>$C_{зч}$ , руб. | операции,<br>$C_{тр}$ , руб. |  |
| 1            | Замена топливного бака                      | 327   | 3301                                   | 4577                         | 300  |
| 2            | Замена трубки форсунки                      | 428   | 225                                    | 5678                         | 180  |
| 3            | Замена датчика уровня топ-<br>лива          | 207   | 475                                    | 800                          | 30   |
| 4            | Замена клапана активации<br>впрыска топлива | 293   | 151                                    | 1600                         | 60   |
| 5            | Замена распылителя Deutz<br>форсунок        | 218   | 4874                                   | 4567                         | 240  |
| 6            | Замена уплотнительных ко-<br>лец форсунок   | 274   | 240                                    | 300                          | 15   |
| 7            | Замена форсунок                             | 220   | 3000                                   | 5640                         | 150  |
| 8            | Замена топливного насоса                    | 246   | 495                                    | 350                          | 15   |
| 9            | Замена топливного фильтра                   | 150   | 984                                    | 500                          | 5  |

Отложим полученные интервалы на графике фактического среднего ресурса (рис.33). Весь интервал ресурсов разбиваем на пять равных группы.

Расчетные значения интервалов ступени профилактики откладываем на рис.20.

В результате рассчитаны интервалы с границами:

[150; 206], [206; 261], [261; 317], [317; 373], [373; 428], [428; ∞].

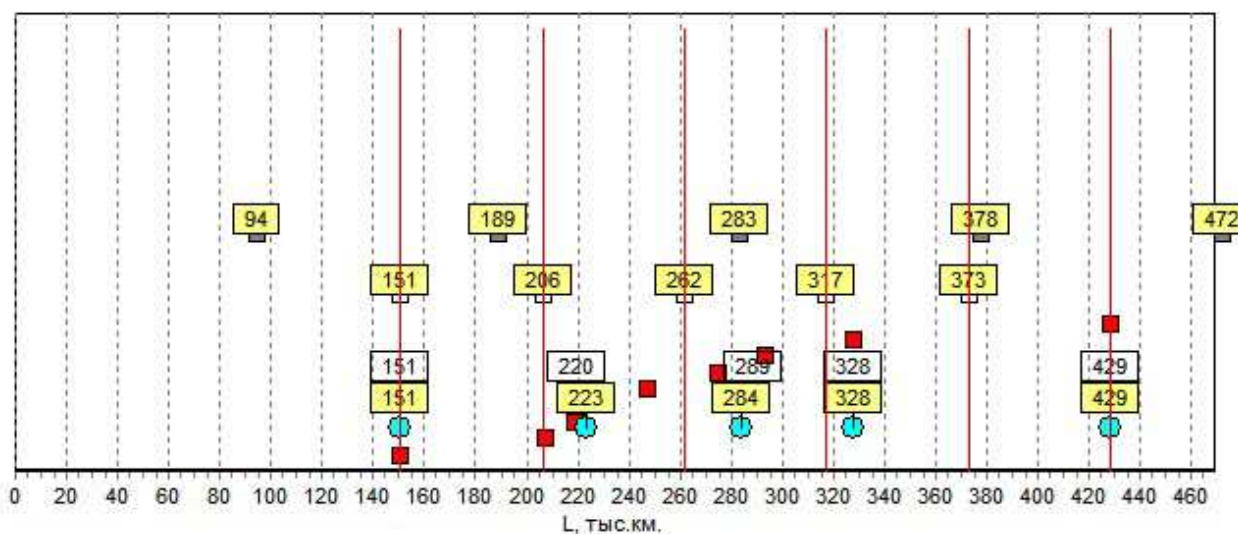


Рисунок 20 – Диаграмма ступеней профилактики по интервалом пробега

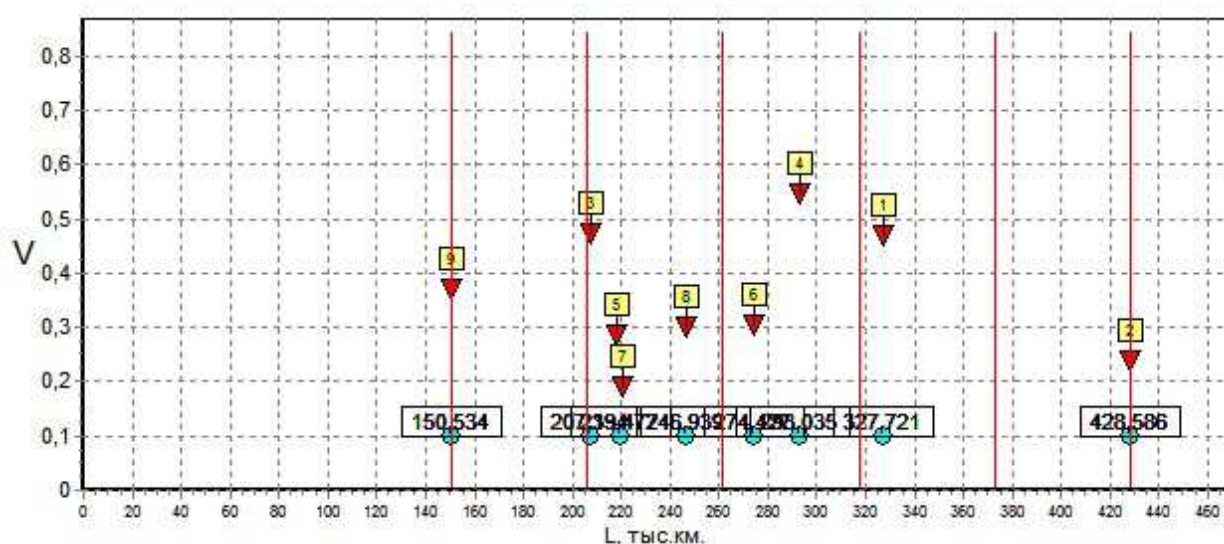


Рисунок 21 – Диаграмма ступеней профилактики по коэффициенту вариации

Формируем номенклатуру ступени профилактики по номеру детали см. таблицу 13 в соответствии с их наработками.

Таблица 13– Номенклатура работ и периодичность  $L_{РТВ-1}$ .

| № из табл. | Наименование элемента     | Средний ресурс $L_{СРi}$ , тыс. км. | Коэфф. вариации $V$ | Стоимость операции $C_i$ , руб. | Трудо-ем-кость $T_i$ , чел. ч |
|------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| 9          | Замена топливного фильтра | 150                                 | 0,3711              | 1484                            | 15                            |
| ИТОГО:     |                           | 150                                 | 0,3711              | 1484                            | 15                            |

Таблица 14– Номенклатура работ и периодичность  $L_{РТВ-2}$ .

| № из табл. | Наименование элемента             | Средний ресурс $L_{СРi}$ , тыс. км. | Коэфф. вариации $V$ | Стоимость операции $C_i$ , руб. | Трудо-ем-кость $T_i$ , чел. ч |
|------------|-----------------------------------|-------------------------------------|---------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| 3          | Замена датчика уровня топлива     | 207                                 | 0,47                | 1275                            | 30                            |
| 5          | Замена распылителя Deutz форсунок | 218                                 | 0,285               | 9441                            | 240                           |
| 7          | Замена форсунок                   | 220                                 | 0,189               | 8640                            | 150                           |
| 8          | Замена топливного насоса          | 247                                 | 0,3                 | 845                             | 15                            |
| ИТОГО:     |                                   | 223                                 | 0,3115              | 20201                           | 435                           |

Таблица 15– Номенклатура работ и периодичность  $L_{РТВ-3}$ .

| № из табл. | Наименование элемента                    | Средний ресурс $L_{СРi}$ , тыс. км. | Коэфф. вариации $V$ | Стоимость операции $C_i$ , руб. | Трудоемкость $T_i$ , чел·ч |
|------------|--|-------------------------------------|---------------------|---------------------------------|----------------------------|
| 6          | Замена уплотнительных колец форсунок     | 274                                 | 0,3048              | 540                             | 15                         |
| 4          | Замена клапана активации впрыска топлива | 293                                 | 0,5472              | 1751                            | 60                         |
| ИТОГО:     |  | 284                                 | 0,4260              | 2291                            | 75                         |

Таблица 16– Номенклатура работ и периодичность  $L_{РТВ-4}$ .

| № из-табл. | Наименование элемента  | Средний ресурс $L_{СРi}$ , тыс. км. | Коэфф. вариации $V$ | Стоимость операции $C_i$ , руб. | Трудоемкость $T_i$ , чел·ч |
|------------|------------------------|-------------------------------------|---------------------|---------------------------------|----------------------------|
| 1          | Замена топливного бака | 327                                 | 0,4689              | 37588                           | 300                        |
| ИТОГО:     |                        | 327                                 | 0,4689              | 37588                           | 300                        |

Таблица 17– Номенклатура работ и периодичность  $L_{РТВ-5}$ .

| № из-табл. | Наименование элемента  | Средний ресурс $L_{СРi}$ , тыс. км. | Коэфф. вариации $V$ | Стоимость операции $C_i$ , руб. | Трудоемкость $T_i$ , чел·ч |
|------------|------------------------|-------------------------------------|---------------------|---------------------------------|----------------------------|
| 2          | Замена трубки форсунки | 428                                 | 0,2383              | 5903                            | 180                        |
| ИТОГО:     |                        | 428                                 | 0,2383              | 5903                            | 180                        |

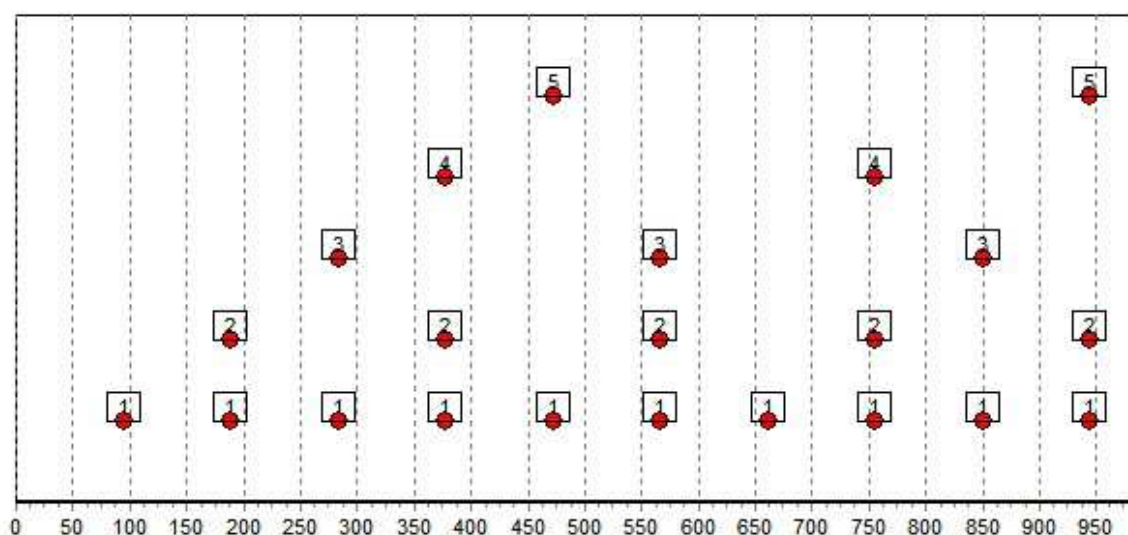


Рисунок 22 – График формируем разновидностей технических воздействий

Таблица 18 – Затраты разновидности технических воздействий

| № | Лед | С,руб | Нртв | ЕС,руб |
|---|-----|-------|------|--------|
| 1 | 94  | 1484  | 10   | 14840  |
| 2 | 189 | 20101 | 5    | 101005 |
| 3 | 283 | 2291  | 3    | 6873   |
| 4 | 378 | 37588 | 3    | 112764 |
| 5 | 472 | 5903  | 2    | 11806  |



## 5 Структура управления технической диагностикой

**Техническая диагностика** – это область науки и техники, изучающая методы и средства определения технического состояния машин, оборудования, систем и механизмов двигателей внутреннего сгорания без их разборки. Техническая диагностика является составной частью технического обслуживания. Основной задачей технического диагностирования является обеспечение безопасности, функциональной надёжности и эффективности работы технического объекта, а также сокращение затрат на его техническое обслуживание и уменьшение потерь от простоев в результате отказов и преждевременных выводов в ремонт.

Техническое состояние машин изменяется случайно и зависит от различных эксплуатационных факторов. Они по-разному влияют на интенсивность изнашивания деталей машин, в связи с чем для каждой конкретной машины требуются ремонтно-обслуживающие воздействия разных объемов.

Предварительное диагностирование машины и ее составных частей позволяет определить фактический объем работ по обслуживанию или ремонту.

Кроме того, диагностика позволяет контролировать качество технического обслуживания и текущего ремонта и прогнозировать ресурс исправной работы узлов, агрегатов и автомобиля в целом.

Для повышения объективности оценки технического состояния подвижного состава, проходящего техническое обслуживание и ремонт, а также для информационного обеспечения подготовки производства, на автотранспортных предприятиях проводится диагностирование Д-1 и Д-2.

При диагностировании Д-1, выполняемом, как правило, перед и при ТО-1, определяется техническое состояние агрегатов и узлов, обеспечивающих безопасность движения и пригодность автомобиля к эксплуатации.

При диагностировании Д-2, выполняемом перед ТО-2, определяется техническое состояние агрегатов, узлов, систем автомобиля, уточняются объемы технического обслуживания и потребность в ремонте.

Применение методов и средств технической диагностики позволяет решить следующие технические, экономические и социальные задачи в производственной деятельности человека:

- снизить эксплуатационные расходы за счет уменьшения трудоемкости и времени ремонта оборудования;
- предупредить аварии благодаря своевременному выявлению дефектов;
- увеличить долговечность оборудования при устранении дефектов на ранних стадиях их появления;
- уменьшить количество обслуживающего персонала;
- повысить производительность труда, оптимизировать количество запасных частей, узлов за счет прогнозирования отказов.

Применительно к средствам оценки технического состояния машин можно выделить три основных типа задач: – контроль измеряемых параметров; идентификация (признание тождественности) неисправности машин и оборудования; прогноз изменения их технического состояния.

При техническом контроле машин и оборудования достаточно иметь информацию о величинах измеряемых параметров и зонах их допустимых отклонений. Более совершенной степенью контроля является мониторинг контролируемых параметров, для которого необходима дополнительная информация о тенденциях изменения во времени измеряемых параметров.

В настоящее время под термином мониторинг технического состояния понимается весь комплекс процедур оценки состояния машин или оборудования:

- защита от внезапных повреждений (поломок);
- предупреждение об изменении технического состояния;
- обнаружение дефектов на ранних стадиях эксплуатации (зарождающихся дефектов), определение места их появления, вида и степени развития;
- прогноз изменения технического состояния оборудования.

Суть технической диагностики определяют оценка и прогноз состояния объекта по результатам прямых или косвенных измерений параметров состояния или диагностических параметров. Значение диагностического параметра не дает оценки технического состояния объекта. Необходимо знать не только фактическое состояние объекта  $D_{фак}$ , но и эталонное (нормативно-техническое значение)  $D_{эт}$ . Разность между фактическим и эталонным значениями диагностических параметров называется диагностическим симптомом  $\Delta$ .

$$\Delta = D_{фак} - D_{эт}. \quad (5.1)$$

Оценка технического состояния объекта определяется величиной отклонения фактических значений его параметров от эталонных (контрольных) значений. Любая система технической диагностики работает на принципе анализа отклонений и сравнения с допустимыми нормативно-техническими или конструкторскими параметрами объекта (двигателя, его механизмов и систем).

Степень достоверности и точность диагноза технического состояния объекта зависят от применяемой методики, аппаратуры и ее погрешности.

В зависимости от технических средств и диагностических параметров, которые используют при проведении диагностирования, можно составить следующий неполный список методов диагностирования (рис.22).



Рисунок 22–Методы диагностирования ТС

### 5.1 Классификация диагностических систем

Диагностические системы характеризуются большим разнообразием технических средств измерения и обработкой сигнала, а также методов и правил решения диагностических задач. Классификация диагностических систем представлена на рисунке 23.



Рисунок 23 – Классификация диагностических систем

Методы функционального диагностирования предусматривают получение данных о техническом состоянии двигателя и его узлов без его разборки и вывода из эксплуатации. Существуют следующие методы функционального диагностирования в зависимости от измеряемой величины на основе анализа:

- рабочего процесса по индикаторной диаграмме; пропусков воспламенения топлива в цилиндрах; виброакустических, тензометрических колебаний протекающих процессов в системах дизеля; химического состава отработавших газов; неравномерности частоты вращения коленчатого вала дизеля.

Метод диагностирования на основе анализа параметров рабочего процесса используется для комплексной и локальной (местной) оценки технического состояния двигателя. Методика основана на сравнении фактических показателей работы двигателя с заранее известными неисправностями (отказами) или эталонными (контрольными) значениями параметров.

Анализ неисправностей двигателя показывает, что наиболее частые отказы имеют системы подачи топлива (насосы высокого давления, форсунки), механизмы газораспределения и детали цилиндропоршневой группы. Неисправности указанных систем ДВС могут развиваться постепенно (износ) или мгновенно. Их появление приводит к ухудшению показателей работы двигателя – повышению расхода топлива, снижению мощности, повышению токсичности отработавших газов. Таким образом, возникновение указанных неисправностей отражается на ухудшении рабочего процесса двигателя. По этой причине контроль протекания рабочего процесса эффективен для прогнозирования технического состояния систем двигателя.

Большинство измерительных устройств основано на преобразовании неэлектрических величин в электрический сигнал. Структурная схема измерения состоит из первичного преобразователя, измерительной цепи, преобразователя и блока индикации. В качестве преобразователей вибрации часто применяют конденсаторные и пьезоэлектрические преобразователи.

Стремительное развитие микроэлектроники привело к внедрению аппаратных комплексов, позволяющих анализировать параметры рабочего цикла ДВС.

С помощью автоматизированных систем технического диагностирования появилась возможность получения объективной информации о техническом состоянии двигателя, его систем и прогнозирования его работоспособности [34].

## **5.2 Условия эффективности применения диагностирования**

При ТО и ремонте автомобилей используют два вида информации: статистическую (надежностную) и индивидуальную (диагностическую). Статистическую информацию получают путем обработки данных об отказах представительной совокупности автомобилей, а диагностическую – путем непосредственного измерения параметров технического состояния данного авто-

мобиля. На основе статистической информации с определенной вероятностью устанавливают регламентные объемы ТО и ремонта, а на основе диагностической – уточняют эти объемы применительно к данному автомобилю. Использование диагностической информации исключает затраты на преждевременную профилактику и текущий, ремонт автомобилей, обусловленный пропуском отказов. Уровень снижения затрат при планово-предупредительном ТО за счет диагностирования в большой степени зависит от коэффициента вариации ресурса автомобилей  $L$ , стоимости аварийного ремонта  $c$ , стоимости профилактических  $d$  и диагностических  $sd$  работ. Эффективность применения диагностирования при различном сочетании перечисленных факторов показана на номограмме (рисунок 24), которая построена из условия, что суммарные удельные затраты на ремонт, предупредительное обслуживание и диагностирование не превышают суммарных удельных затрат на ремонт и предупредительное обслуживание без диагностирования:

$$\frac{cq_d + d(1 - q_d) + c_d n_d}{I_d^{\text{факт}}} \leq \frac{cq + d(1 - q)}{I_p^{\text{факт}}} \quad (5.2)$$

где  $q_d$  и  $q$  – вероятности аварийных отказов, соответственно, при обслуживании с диагностированием и без диагностирования;

$I_L^{\text{факт}}$  и  $I_p^{\text{факт}}$  – средние фактические (средневзвешенные) пробеги до восстановления, соответственно, при обслуживании с диагностированием и без диагностирования;

$n_d$  – среднее число проверок до восстановления.

Из номограммы видно, что чем выше коэффициент вариации ресурса, а, следовательно, и вероятности пропуска отказов данного агрегата при регламентном обслуживании, и чем выше затраты на устранение этих отказов, тем более эффективно применение диагностирования.

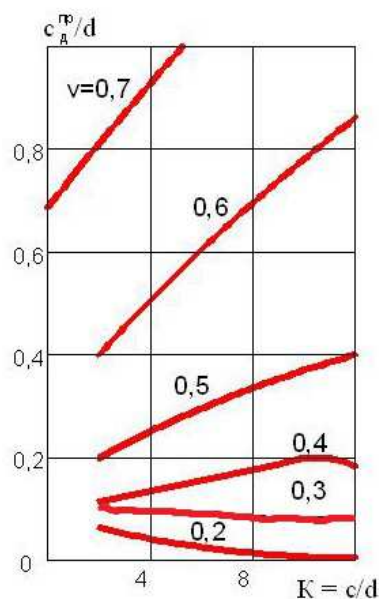


Рисунок 24 – Номограмма предельной стоимости диагностирования

Пользуясь номограммой, можно определить для заданных условий предельную стоимость диагностирования того или иного механизма, при  $C_d^{пр}$  превышении которой становится выгоднее применять принудительную профилактику без диагностирования. Расчеты показывают, что при существующих значениях  $c$ ,  $d$  и  $cd$  затраты на ТО и ремонт автомобилей могут быть снижены за счет применения диагностирования на 10–25 %.

Кроме снижения затрат на ТО и ТР автомобилей, эффект от применения диагностики, т. е. от индивидуальной оценки технического состояния и свойств автомобилей, может быть получен в результате более полного использования ресурсов работоспособности их агрегатов и механизмов путем более точного информационного обеспечения планирования и организации таких мероприятий как ремонт, снабжение, экономия топлива, безопасность движения автомобилей и др. Из этого следует, что диагностика автомобилей является одним из основных факторов обеспечения прогрессивных технологических процессов ТО и ТР, направленных на реализацию многочисленных внутрихозяйственных резервов, за счет всестороннего использования индивидуальных возможностей и свойств автомобилей. Возможности диагностирования многих агрегатов и механизмов в большой степени зависят от их контролепригодности. Контролепригодностью называют приспособленность автомобиля к диагностическим работам, обеспечивающим заданную достоверность информации о техническом состоянии объекта при минимальных затратах труда, времени и средств на его диагностирование.

### 5.3 Диагностические параметры

Общее представление о диагностических параметрах мы уже имеем. Для оценки технического состояния любой машины, её узла или агрегата необходимо определить текущее значение структурного параметра и сравнить его с нормативным. Однако в большинстве случаев измерить структурный параметр без разборки узла или агрегата практически невозможно.

Учитывая вышеизложенное, в практике эксплуатации машин, используется метод косвенных измерений. В этом случае выбирают выходной параметр удобный для измерения и связанный определенной зависимостью с требуемым структурным параметром и измеряют его. Зная взаимозависимость выходного параметра со структурным параметром, можно определить техническое состояние машины. Эти выходные параметры, используемые для оценки технического состояния машины, принято называть диагностическими.

Таким образом, **диагностический параметр** - это физическая величина, изменяющаяся адекватно (соответственно) структурному параметру, удобная для измерения и используемая для оценки технического состояния машин.

При оценке технического состояния машин используется большое количество диагностических параметров (рисунок 25).

**По физической сущности** параметры подразделяются:

- на параметры рабочих процессов;
- параметры сопутствующих процессов;
- физические величины, изменяющиеся адекватно конкретным структурным (как правило, внутренним) параметрам.



Рисунок 25— Классификация диагностических параметров

**Параметры рабочих процессов** - это параметры, которые определяют собой рабочие функции, ради которых изготовлена данная машина. Применительно к автомобилю, в качестве диагностических используются следующие параметры рабочих процессов:

- технико-экономические параметры (динамичность, сила тяги на ведущих колесах, расход топлива);
- параметры тормозной эффективности (тормозные силы на ведущих колесах, тормозной путь, замедление автомобиля при торможении);
- параметры ходовых свойств (боковая сила на управляемых колесах, выбег автомобиля);
- экологические параметры (токсичность отработавших газов, дымность, шум, вибрация).

**Параметры сопутствующих процессов.** Сопутствующие процессы - это неизбежные и в большинстве случаев бесполезные процессы, возникающие попутно с рабочими процессами самого разнообразного характера. Иногда в литературе сопутствующие процессы называют паразитными процессами, подчеркивая этим их бесполезность и даже вредность. Это вибрация, стуки, тепловыделения и другие процессы.

В большинстве случаев сопутствующие выходные процессы обладают определенными характеристиками и параметрами, изменяющимися адекватно структурным параметрам. В этом случае параметры этих сопутствующих

процессов можно использовать для оценки технического состояния машины.

Применительно к автомобильному транспорту в качестве диагностических используются следующие параметры сопутствующих процессов:

- давление в рабочих объемах (величина давления, падение давления, перепад давления, пульсация давления и т.д.);
- температура нагрева поверхности элементов автомобиля (температура, скорость нарастания температуры, разность температур и т.д.);
- уровень вибрации и шума (частота, амплитуда, фаза, интенсивность звука, высота звука, тембр звука, громкость звука и т.д.);
- электрические и магнитные характеристики и их изменения (сила тока, напряжение, мощность тока, электрическое сопротивление, емкость, магнитная индуктивность, магнитная проницаемость и т.д.);
- физико-химический состав отработавших эксплуатационных материалов (процент содержания посторонних продуктов в эксплуатационных материалах, таких как моторные и трансмиссионные масла, выхлопные газы, охлаждающая жидкость и т.д.).

**Физические параметры.** При определении технического состояния машины возможно измерение некоторых физических параметров, находящихся в тесной взаимосвязи со структурными параметрами, характеризующими техническое состояние машины.

Физические параметры, используемые в диагностике автомобиля, по физической сущности можно разделить на следующие группы:

- геометрические (длина, площадь, плоский угол, телесный угол, кривизна линии, кривизна поверхности и др.);
- кинематические (время, скорость, ускорение, угловая скорость, угловое ускорение, период, частота периодического процесса, фаза, объемный расход);
- статические (масса, сила, давление).

**По объему и характеру информации** диагностические параметры делятся на:

- а) общие (интегральные); б) поэлементные.

Общие параметры - это параметры, характеризующие техническое состояние объекта в целом. Они в большинстве случаев не дают сведений о конкретной неисправности машины.

Применительно к автомобильному транспорту к ним относятся: мощность на ведущих колесах, мощность двигателя, расход топлива, тормозной путь, вибрация, шум и т.д.

Поэлементные параметры - это параметры, которые указывают на вполне конкретную неисправность узла или механизма машины.

Функционирование любого технического объекта может быть охарактеризовано совокупностью множества параметров. Целесообразно принимать во внимание такие параметры, как мощность дизельного двигателя, удельный расход топлива, количество вредных выбросов, частота вращения коленчатого вала, давление наддува и т.д. Следует уточнить, что сложные технические объекты в большинстве случаев характеризуются множеством параметров,



имеющих различную физическую природу. Перечень и нормативные значения диагностических параметров для автомобилей приведены в ПРИЛОЖЕНИЕ 3.

#### 5.4 Методы организация диагностирования автомобилей

Диагностирование автомобилей является элементом системы их ТО и ремонта. На АТП оно обеспечивает процессы ТО и ремонта целенаправленной, индивидуальной информации о техническом состоянии каждого отдельно взятого автомобиля. В соответствии с этим организация диагностирования на АТП (рисунок 17) идентична организации процессов ТО и ремонта. Дорожный контроль за техническим состоянием автомобиля осуществляют при помощи встроенного диагностирования; ежедневное обслуживание обеспечивается контрольным осмотром; ТО-1 сопровождается комплексом Д-1 диагностирования, в основном механизмов, обеспечивающих безопасность движения автомобиля; перед ТО-2 и ТР проводят углубленное диагностирование Д-2 агрегатов и механизмов, а в процессе устранения выявленных неисправностей при ТО и ТР используют комплекс диагностирования ДР.

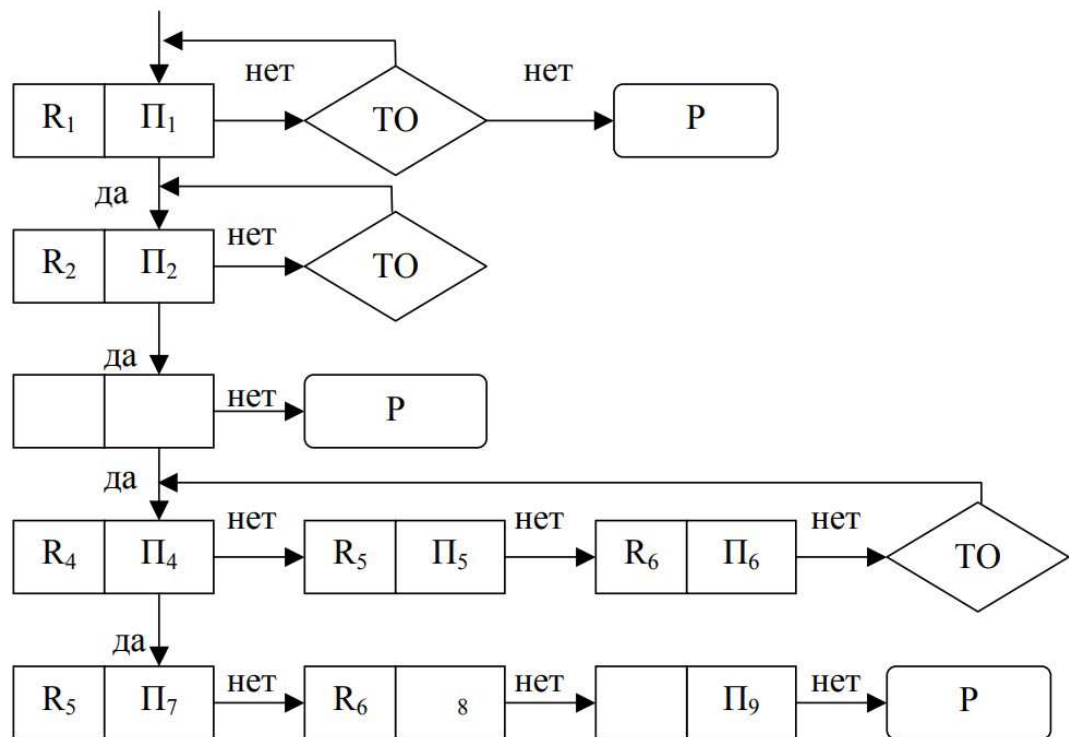


Рисунок 26 – Схема алгоритма диагностирования агрегата автомобиля

где R и П – диагностирование по параметру П1, П2, ..., П7 на режиме R1, R2, ..., R7;

ТО – техническое обслуживание;

Р – ремонт.

При этом для обеспечения промежуточного и заключительного контроля качества регулировочных и ремонтных работ, без дополнительных пе-

ремещений автомобиля диагностирование совмещают с операциями ТО и ремонта. На рисунке 27 представлена одна из форм организации диагностирования автомобилей на АТП средней мощности, которая в зависимости от мощности АТП несколько видоизменяется. Соответственно изменяются и наборы необходимых средств диагностирования. Для внедорожных автомобилей, работающих в отрыве от постоянных баз, диагностирование проводят на местах стоянки автомобилей, или же в полевых парках, применяя главным образом, встроенные, переносные и подвижные средства. На небольших автотранспортных предприятиях Д - 1 и Д - 2 объединяют на одном участке. Здесь используют комбинированные стационарные средства (стенды). На АТП средней мощности участки диагностирования Д-1 и Д-2 специализируют, а для Др используют Д-2. На крупных АТП дополнительно специализируют и Др, а на базах централизованного обслуживания все средства диагностирования централизуют и оптимально автоматизируют. Диагностика и управление техническим состоянием автомобилей. Диагностирование на АТП представляет собой человеко-машинную систему получения и обработки индивидуальной информации, необходимой для управления техническим состоянием автомобиля и технологическими процессами ТО и ремонта. Источниками информации являются: водитель, механики АТП, встроенные и внешние средства диагностирования Д-1, Д-2, Др (диагностический комплекс).

Рисунок 27 – Место диагностирования в технологическом процессе ТО и ТР автомобилей на АТП

При потребности автомобиля в ТО, первичная информация о его техническом состоянии, полученная при помощи диагностического комплекса, непосредственно обеспечивает слесарей бригады ТО (рисунок 27). Параллельно эта же информация поступает центр управления производством АТП

в целях принятия решений о ТО и ремонте, подготовки производства, а также для обеспечения контроля и учета выполненной работы. При потребности автомобиля в ремонте информация направляется в ремонтную бригаду и в центр управления. Простейшие ремонтные работы оперативно выполняются бригадой ТР и по ее информации учитываются и контролируются ЦУПом. В сложных случаях диагностическая информация используется для подготовки производства (получения ремонтных агрегатов и запчастей, планирования постов и рабочей силы и т.п.) предстоящего ремонта. Исправный автомобиль направляется на хранение.

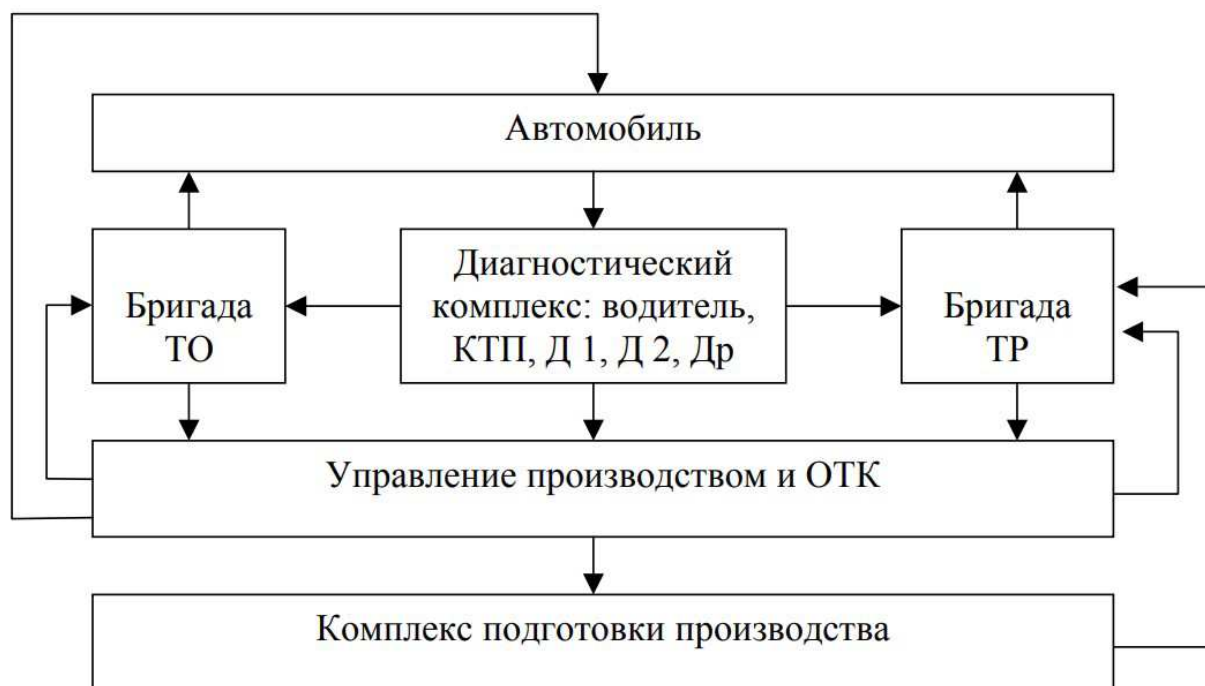


Рисунок 28 – Схема использования диагностирования для оперативного управления ТО и ТР на АТП

Таким образом, диагностирование обеспечивает два уровня управления: техническим состоянием в звене «слесарь-автомобиль» и технологическими процессами в звене «центр управления – комплекс подготовки производства – рабочий – автомобиль». На первом уровне диагностирование непосредственно связано с технологией проведения ТО, а на втором оно в большей степени связано с организацией технологических процессов, главным образом, текущего ремонта автомобилей. Дальнейшее развитие диагностирования связано с созданием автоматизированных диагностических средств, являющихся элементом автоматизированных систем управления производством, а также развитием встроенного диагностирования (примером являются системы электронного управления впрыском топлива широко используемые на легковых автомобилях как зарубежного, так и отечественного производства). При этом диагностирование будет широко применяться для оперативного управления процессами ТО и ремонта. В масштабах страны диагностирование организуется не только на АТП общего пользования, но и на автозаво-

дах, авторемонтных предприятиях, станциях технического обслуживания автомобилей индивидуального пользования, станциях и постах Госавтоинспекции и других предприятиях различных форм собственности. Внедрение современных методов, средств и организации диагностирования в систему ТО и ремонта автомобилей повышает ее эффективность за счет более полной реализации эксплуатационных свойств каждого отдельно взятого автомобиля, а также за счет повышения уровня организации производства.

Существующие методы и средства позволяют как совмещать диагностику с ТО, так и выделять зоны диагностики отдельно. Достоинством совмещения ТО и диагностики является возможность выявления и устранения неисправностей на одном рабочем посту. Виды диагностики: Экспресс-диагностика (Д-1) – общая проверка узлов и механизмов автомобиля, обеспечивающих безопасность движения (10-15 мин, до 20 параметров). Д-1 рекомендуется выполнять перед постановкой автомобиля на пост ТО-1. Работы по Д-1 организуются как на тупиковых постах, так и на поточной линии. Посты оборудуются канавой узкого типа в тупиковом или проездом исполнении, стендом для проверки тормозной системы, углов установки управляемых колес, прибор для контроля света фар, газоанализатор. Оптимальный размер зоны диагностики – 1-3 поста, 1-2 человека. Углубленная поэлементная диагностика (Д-2) – определение технического состояния агрегатов, узлов, систем автомобиля, уточнение объемов ТО-2. Д-2 проводится перед ТО-2. Контрольно-диагностическое оборудование используется также при проведении ТР, при оценке качества выполненных работ

## **5.5 Изучение влияние неисправностей распылителей дизельных форсунок на эксплуатацию транспортного средства**

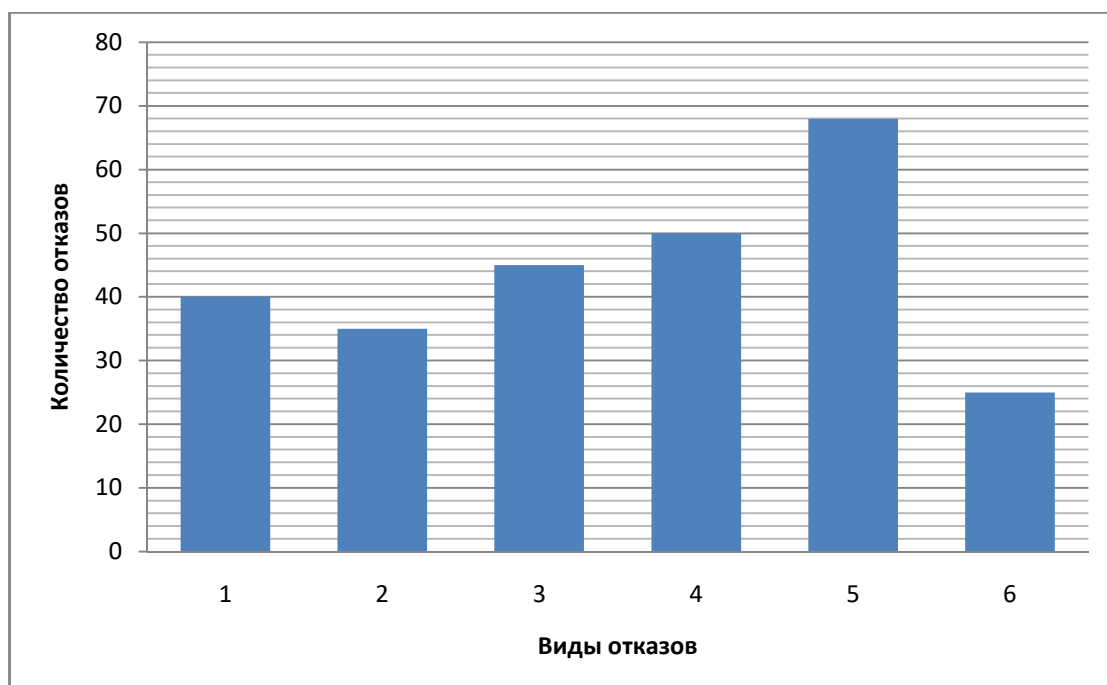
Современное двигателестроение развивается по пути форсирования дизелей в таких параметрах, как среднее эффективное давление, частота вращения коленчатого вала двигателя и снижение вредных веществ при выбросе отработанных газов. Это направление связано с повышением требований к топливной аппаратуре дизелей, обеспечивающей давление впрыскивания топлива и, в частности, основного элемента форсунки - распылителя. Возникающие при этом высокие механические, гидродинамические и тепловые нагрузки, действующие в прецизионных сопряжениях, недостаточные смазывающие свойства и коксование топлива его плохая фильтрация приводят к существенному снижению эксплуатационных параметров и ресурса распылителей форсунок [35,36]. Для обоснования требований, относящим к дизельному топливу и совершенствованию конструктивных особенностей распылителей форсунок следует уяснить факторы, вызывающие те или иные повреждения распылителей форсунок и влияние этих дефектов, эксплуатационные параметры форсунок.

Дизельные двигатели являются основным энергетическим средством тракторов, комбайнов и другой техники, используемой в АПК России. Низ-

кий ресурс распылителей форсунок требует проведения исследований, для обеспечения ресурса распылителей, сопоставимого с ресурсом других элементов форсунки.

И поэтому информация о дефектах распылителей форсунок и их влияние на работоспособность двигателя является исходной при решении задачи повышения ресурса распылителей, и всегда востребованной.

Анализ отказов распылителей форсунок, проведенный ГОСНИТИ [35] (рисунок 29), показывает, что отказы распылителей однотипны, однако распределение отказов у разных типов двигателей различно, что связано с конструктивными особенностями распылителя. Неисправность работы распылителей, тем или иным образом связаны, с физико-химическими свойствами, используемых топлив.



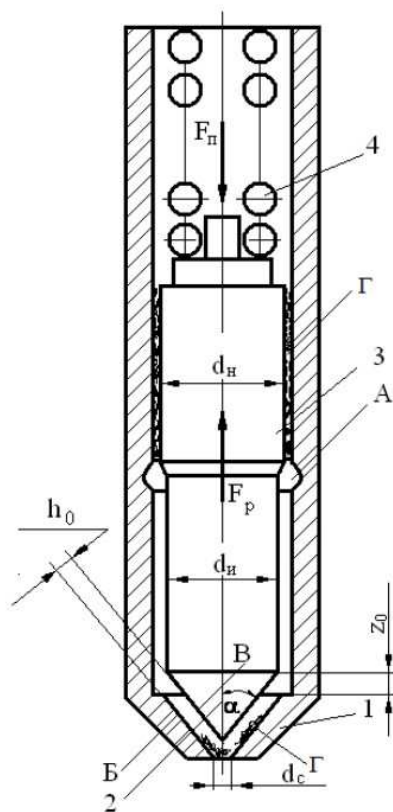
1 – нарушение подвижности иглы; 2 – ухудшение качества распыла;  
3 – нарушение герметичности; 4 – изменение гидравлической плотности;  
5 – износ в сопловых отверстиях; 6 – изменение размеров распыляющих отверстий.

Рисунок29 – Виды отказов распылителей форсунок:

На рисунке 30 показаны характерные причины, связанные с качеством дизельного топлива, вызывающие отказы распылителей форсунок. Причины отказов разнообразны (рисунок 30). В цилиндрическом направляющем прецизионном сопряжении происходит износ поверхности иглы (её направляющей), по диаметру  $d_n$  и корпуса  $d_k$ , что способствует увеличению зазора,

происходит нагарообразование на поверхностях деталей, что приводит к сужению зазора и нарушению подвижности иглы. В уплотняющем прецизионном сопряжении, под ударным воздействием иглы деформируются поверхностные слои посадочного гнезда корпуса и иглы. При воздействии высоких температур и прорыв газов происходит закоксовывание в отверстиях, а значит уменьшается их размеров и изменяется форма [37].

Износ направляющего прецизионного сопряжения и образование нагара на поверхностях деталей приводят к изменению исходных геометрических параметров деталей. При отсутствии нагарообразования в прецизионном сопряжении имеется зазор, который образуется случайным совпадением максимальных выступов механически обработанных деталей. При большом зазоре уменьшается цикловая подача топлива и угол опережения впрыскивания топлива, снижается гидравлическая плотность, а также уменьшается давление начала впрыска. При эксплуатации в дизеле со временем снижается давление при впрыскивании топлива форсунками в результате приработки поверхностей контакта деталей и потери упругости пружины. Наиболее интенсивное уменьшение давления происходит в течение первых 1000 мото-час. работы новой форсунки.



А – полость подвода топлива; Б – Поверхность контакта седла и иглы соответственно; Г – отложение нагара; 1 – корпус распылителя; 2 – запорный конус распылителя; 3 – направляющая часть иглы распылителя; 4 – пружина форсунки .

Рисунок30 – Поверхности нарушений, влияющие на параметры работы форсунок:

В дальнейшем наблюдается более замедленное падение давления начала впрыскивания топлива. В результате экспериментальных исследований [37] установлено, что при отклонении давления начала впрыскивания от номинального значения на 6,0-7,0 МПа расход топлива возрастает на 20-25 %. Микрометрирование деталей форсунок, поступивших в ремонт показал, что основными причинами падения давления начала впрыскивания топлива у форсунок являются:

- износ пружины(чаще всего её крайних витков);
- износ сферической поверхности штанги, контактирующей с хвостовиком иглы распылителя;
- износ сопрягаемой опорной поверхности регулировочного винта;
- износ запирающего конуса корпуса распылителя.

Результаты полученных закономерностей дают рекомендации о необходимости проверки форсунок примерно через 500 мото-час. наработки и, так же необходимо, производить регулировки давления начала впрыскивания топлива [36] .

Распыливающие отверстия в корпусе распылителя закоксовываются в результат физико-химических процессов, происходящих в топливе при высоких температурах в носике распылителя. На интенсивность появления твердых отложений на поверхностях деталей влияют следующие факторы:

- химический состав топлива;
- изменение величины зазора между носиком распылителя и головкой дизеля;
- дополнительные впрыскивания топлива;
- уменьшение давления под иглой распылителя.

Закоксовывание распыливающих отверстий приводит к уменьшению проходного сечения распылителей. Вследствие этого через форсунки впрыскивается меньшее количество топлива, нарушается равномерность его подачи по цилиндрам.

Износ распыливающих отверстий в корпусе распылителя. Распыливающие отверстия характеризуются значением эффективного проходного сечения ( $\mu f$ ). Зависимость изменения ( $\mu f$ ) распылителей от их наработки представлена на рис. 31.

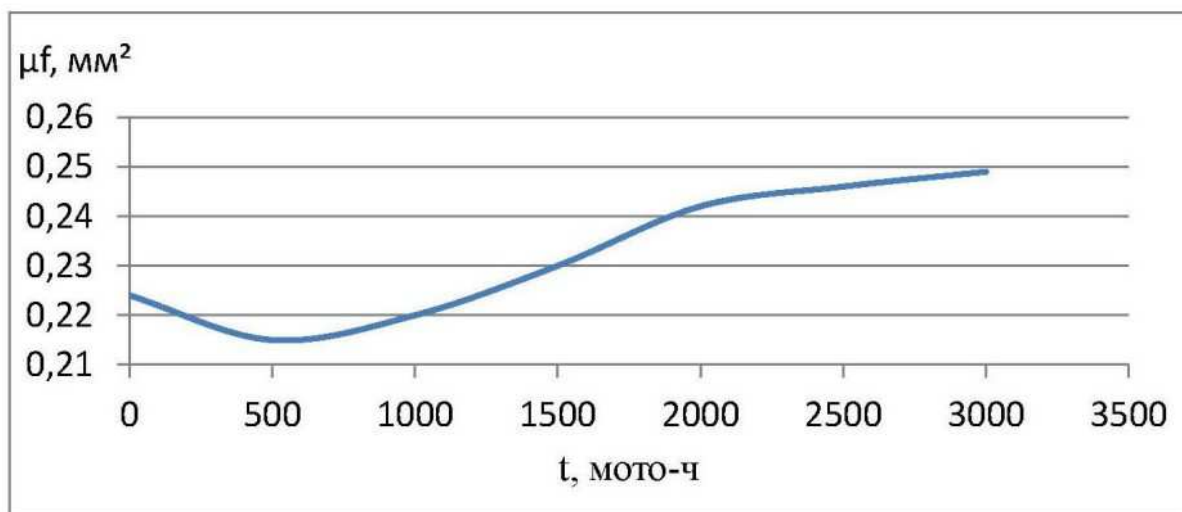


Рисунок 31 – Изменение эффективного проходного сечения в зависимости от наработки.

Анализ изменения  $\mu f$  в зависимости от наработки позволяет предположить, что на начальном этапе эксплуатации форсунок (примерно до 1500 мото-час.) значение проходного сечения распылителей уменьшается вследствие коксования распыливающих отверстий из-за наличия в топливе абразивных частиц. В результате увеличивается диаметр распыливающих отверстий, и повышается значение проходного сечения.

Негерметичность распылителя по запирающему конусу возникает вследствие гидроабразивного воздействия топлива. Твердые механические частицы, проникая вместе с топливом под иглу распылителя, вызывают образование рисок на поверхностях запирающего конуса иглы распылителя. Вследствие повышенного изнашивания этих поверхностей нарушается герметичность распылителя по запирающему конусу [38].

В прецизионной паре «игла распылителя - корпус распылителя» величина зазора между сопрягающимися цилиндрическими поверхностями составляет 2,5-6,0 мкм. Такое конструктивное исполнение обеспечивает подвижность иглы распылителя в корпусе и гидроплотность распылителя.

Изменение зазора во время эксплуатации происходит посредством гидроабразивного изнашивания поверхностей корпуса и иглы распылителя. Износ обусловлен влиянием механических частиц, находящимся в топливе. Результатом этого является повышение утечки топлива в зазор между иглой и корпусом распылителя [38].

Динамика изменения гидроплотности распылителей (ГП) в зависимости от наработки представлена на рис. 32.



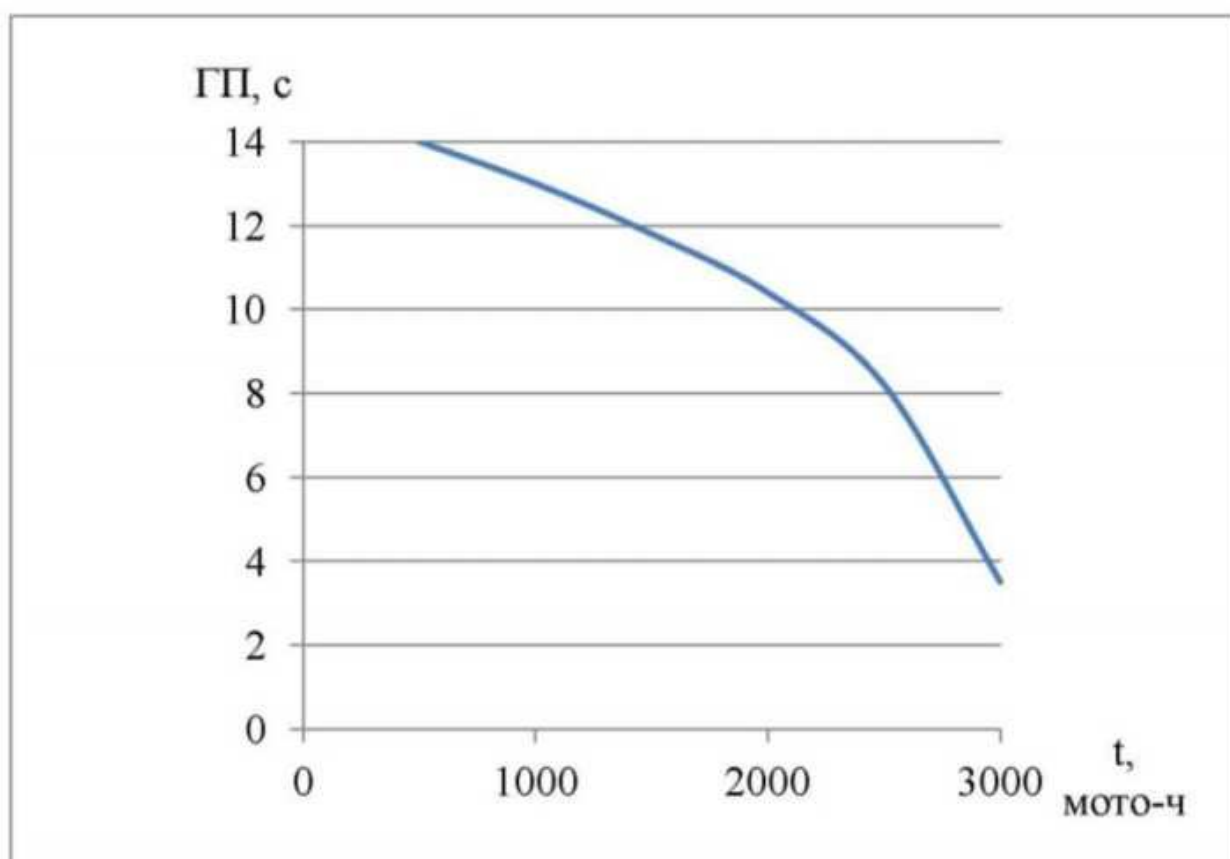


Рисунок 32 – Изменение гидравлической плотности в зависимости от наработки.

Подвижность иглы оценивается качеством распыливания топлива. Зависание иглы распылителя может происходить в результате попадания мелких механических частиц. Это приводит к отсутствию впрыска топлива в цилиндры двигателя, в результате частота вращения коленчатого вала резко снижается, а в топливной системе образуются высокие давления, которые могут вызвать разрушения в деталях топливного насоса [39].

Увеличение хода иглы распылителя. С целью обеспечения идентичности показателей впрыскивания в конструкциях форсунок жестко регламентируется ход иглы распылителя. Максимальный ход иглы распылителей тракторных дизелей колеблется в пределах 0,2-0,45 мм. Важным параметром распылителя форсунки является его гидравлическая характеристика, т.е. зависимость эффективного проходного сечения распылителя от хода иглы и распылителя [35].

В процессе эксплуатации форсунок ход иглы распылителя увеличивается, что обусловлено износом корпуса форсунки в месте соприкосновения с запорным конусом.

Таким образом, основным элементом форсунки, техническое состояние которого существенно снижает технико-экономические показатели дизеля, является распылитель. С возрастанием наработки распылителей эксплуатационная мощность двигателя снижается и для стабилизации технико-

экономических показателей двигателя необходимо произвести замену или ремонт распылителей форсунок.

Система, состоящая из топливного насоса высокого давления, нагнетательного трубопровода и форсунки, относится к числу важнейших агрегатов дизеля. По данным отечественных и зарубежных исследователей, до 30 % неисправностей дизеля связано с отказом топливной системы.

В таблице 19 показано влияние конструктивных и регулировочных параметров форсунки на ее состояние – исправное, неисправное или отказ.

Основными неисправностями форсунки является износ прецизионной пары «игла \* корпус распылителя», уменьшение начального давления открытия, образование кокса в сопловых отверстиях, зависание иглы распылителя.

В процессе эксплуатации прецизионные детали форсунки подвергаются износу, что увеличивает утечки топлива через зазор между иглой и корпусом распылителя форсунки. Наличие утечек отрицательно влияет на впрыск топлива, особенно для режимов малых цикловых подач и частот вращения коленчатого вала двигателя.

Одним из основных недостатков форсунки является уменьшение начального давления открытия иглы. Это приводит к увеличению продолжительности впрыска и цикловой подачи, ухудшению качества распыливания топлива, снижению экономичности дизеля, закоксовыванию сопловых отверстий, токсичности отработавших газов.

Известно, что распылители с малым диаметральный зазором часто приводят к зависанию иглы, которое происходит из-за тепловой деформации корпуса распылителя либо деформации от крепления распылителя к корпусу форсунки. Техническое состояние форсунки обычно проверяется при помощи прибора КИ-3333 после демонтажа ее с двигателя.

Таблица 19 – Влияние регулировочных и конструктивных параметров форсунки на ее состояние

| Диагностируемый параметр<br>ТА (регулировочный или<br>конструктивный)  | Состояние форсунки         |                               |  | Пробег на<br>котором<br>происходит<br>изменения<br>состояние<br>форсунки<br>на<br>неисправное |
|--|----------------------------|-------------------------------|--|---|
|  | исправное                  | неисправное                   | отказ                                    |   |
| 1. Износ пары «игла – корпус распылителя».<br>Начальный диаметральный зазор 2 – 4 мкм  | Начальный зазор плюс 3 мкм | Зазор более 8 мкм             | Зазор более 10 мкм                       | 50000км   |
| 2. Нарушение герметичности посадочного конуса распылителя.<br>Регулируют форсунку на давление открытия иглы (34 МПа). Снижают давление до 30 МПа и в течение 10 с наблюдают за носиком распылителя | Сухой носик распылителя    | Увлажнение носика распылителя | Образование капель на носике распылителя | 20000км   |
| 3. Зависание иглы распылителя  | Подвижная игла             | Потеря подвижности            | Игла неподвижная                         | 10000км   |
| 4. Снижение давления начала открытия иглы от нормативного, например, 34 МПа значения   | Нормативное значение       | Снижение давления на 20 %     | Снижение давления более чем на 20 %      | 5000 км   |
| 5. Уменьшение эффективного сечения распылителя. Нормативное значение, например, 0,86 мм <sup>2</sup>   | Нормативное значение       | Уменьшилось на 15 %           | Уменьшилось более чем на 30 %            | 15000км   |
| 6. Дополнительный впрыск топлива   | Один впрыск                | Два впрыска                   | Два впрыска                              |   |
| 7. Увеличение максимального хода иглы.<br>Начальное нормативное значение, например, 0,75   | Нормативное значение       | Увеличение на 50 %            | Более чем на 70 %                        |   |
| 8. Угол опережения подачи топлива до ВМТ. Нормативное значение, 27–28° поворота вала двигателя   | Нормативное значение       | Больше или меньше на 2 °      | Больше или меньше на 3 °                 | 12000км   |

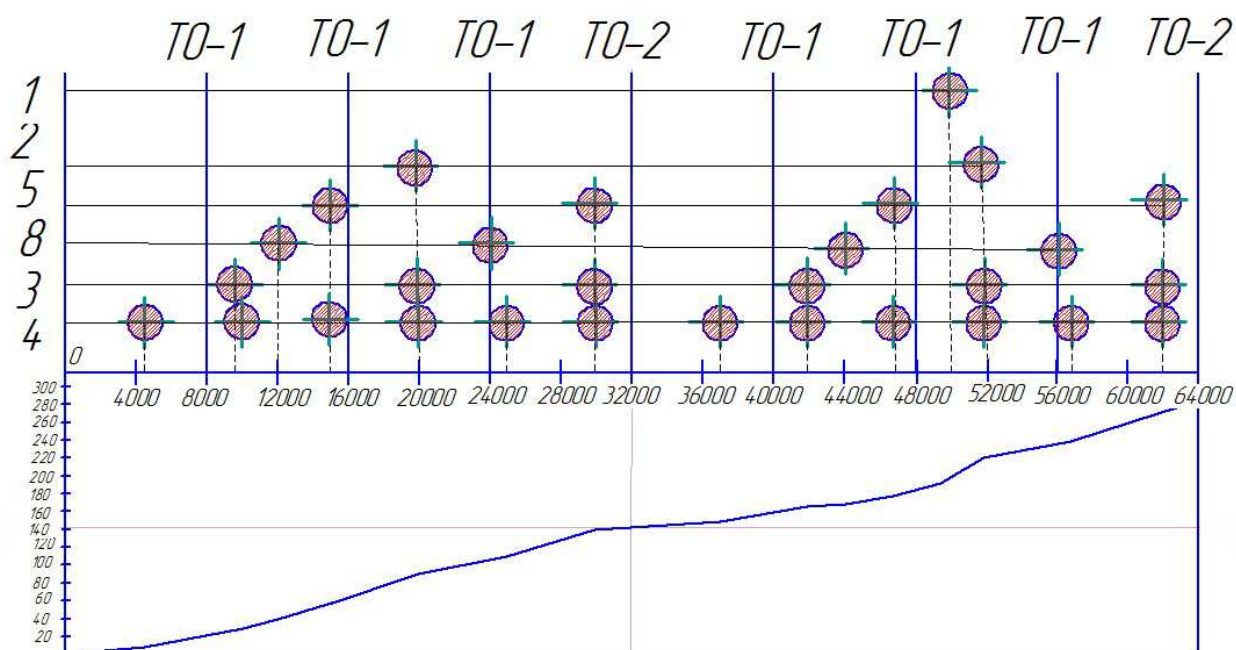


Рисунок 33—График изменения диагностических параметров при неисправном состоянии элементов топливной системы

Как мы видим из рисунка 33 изменение диагностических параметров на не исправное происходит до ТО-2 и частично до ТО-1 , но работы по проверки целостности элементов форсунки проводятся при ТО-2 .

Из этого следует что отказ элементов форсунки происходит до ТО-2 , что приводит к отказу или не исправной работе всего двигателя . В следствии этого увеличивается расход дизельного топлива , что в свою очередь приводит к ещё более большим затратам .Но замену или восстановление элемента топливной системы некоторых случаях экономически не выгодно, но если не исправить или заменить элемент в этот промежуток времени могут возникнуть ещё более серьёзные неисправности , а это приведёт к сходу и ещё большим потерям .

Для решения этой проблемы предлагаю на основе диагностических параметров внести изменения в существующие диагностические карты , а именно в диагностические карты для выполнения ТО - 2 добавить диагностику и дальнейшую регулировку или восстановление в данном случае форсунок .

Экономическая эффективность принятого решения.

Суммарный затраты на ТО АТП в год

$$\text{Сто}_{\text{т1}} = C_{\text{т01}} \cdot N_{\text{т01}} \quad (5.3)$$

где :  $C_{\text{т01}}$ — стоимость ТО-1;

$N_{\text{т01}}$ — количество ТО в год

Суммарный затраты на ТО-1 АТП в год

$$C_{\text{то1}} = 7559 \cdot 297 = 2245023 \text{ руб. в год}$$

Суммарный затраты на ТО-2 АТП в год

$$C_{\text{то2}} = 23224 \cdot 224 = 5202176 \text{ руб. в год}$$

Суммарный затраты на ТО-2 АТП в год при внесении изменений в карту диагностики

$$C_{\text{то2}} = (23224 + (300 \cdot 0,66)) \cdot 224 = 5244512 \text{ руб. в год}$$

Суммарные затраты на плановые обслуживания на АТП в год

$$C_{\text{планТО}} = C_{\text{ТО1}} + C_{\text{ТО2}} \quad (5.4)$$

$$C_{\text{планТО}} = 2245023 + 5244512 = 7489535 \text{ руб. в год}$$

Затраты на заявочный ремонт

$$C_{\text{зр}} = N_{\text{з}} \cdot ((t_{\text{обзр}} \cdot \sum_{i=1}^{i=N} P_i \cdot C_p) + \sum_{i=1}^{i=N} C_{\text{зчи}}) \quad (5.5)$$

где  $N_{\text{з}}$  – количество заявочных обслуживаний в год, месяц, день, ед.

$t_{\text{обзр}}$  – время обслуживания при заявочном ремонте, мин., час.,

$$C_{\text{зр}} = 8591 \cdot ((0,7 \cdot 1,5 \cdot 120) + 1000) = 9673466 \text{ руб. в год.}$$

Среднее время простоя в обслуживании при сходе  $t_{\text{простОБ}} = 80$  минут или 1 ч. 20 мин.

Нулевой пробег при сходе фиксируется **только** в путевом листе. Если время восстановления меньше 1 часа (60 минут), то водитель ждет свой автобус, если же  $>1$  часа, то он пересаживается на другой (если таковой имеется в резерве). При этом минимальное число потерянных рейсов при сходе равно 1.

Средняя техническая скорость движения автобуса на линии  $V_{\text{с}} = 25$  км./ч.

С учетом скорости и расстояния нулевого пробега ( $S_{\text{с}} = 10 \text{ км.}$ ), время

езды до АТП при сходе равно  $t_{\text{АТП}} = \frac{S_{\text{с}}}{V_{\text{с}}} = 0,4$  часа = 24 минут; время возврата

автобуса до конечного пункта  $S_{\text{возв}} = 5 \text{ км.}$   $t_{\text{возв}} = \frac{S_{\text{с}}}{V_{\text{с}}} = 0,16 = 10$  минут.

Суммарное потерянное время при сходе

$$T_{ном} = t_{АТП} + t_{простОБ} + t_{возв} \quad (5.6)$$

где  $t_{простОБ}$  – время простоя в обслуживании автобуса, мин, час.;

$$T_{ном} = 80 + 24 + 10 = 114 \text{ минут} \sim 2 \text{ часа.}$$

Возможная выручка (доход) за 2 часа = доходу за 1 рейс, что составляет  $C_{сх} = 700$  руб.

Даже если водитель пересел на другой автомобиль время потери составит

$$T_{ном} = t_{АТП} + t_{П} + t_{возв} \quad (5.7)$$

где  $t_{П}$  – время, потраченное на переоформление документов, пересадку на другой автобус;

$$T_{ном} = 24 + 10 + 10 = 44 \text{ минуты.}$$

Затраты на обслуживание при сходе

$$C_{сх} = N_{сх} \cdot ((t_{обсх} \cdot \sum_{i=1}^{i=N} P_i \cdot C_p) + \sum_{i=1}^{i=N} C_{зч_i}) \quad (5.8)$$

$$C_{сх} = 633 \cdot (1,3 \cdot 2 \cdot 120 + 2000) = 1463496 \text{ руб. в год.}$$

Суммарные затраты на поддержание автобусов в работоспособном состоянии:

$$\sum C_{СП} = C_{планТО} + C_{ЗР} + C_{сх} \quad (5.9)$$

$$\sum C_{СП} = 7\,489\,535 + 9\,673\,466 + 1\,463\,496 = 18\,626\,497 \text{ руб. в год}$$

Затраты на 1 АТС

$$C_{ПН} = \frac{\sum C_{СП}}{A_i} \quad (5.10)$$

$$C_{ПН} = \frac{18626497}{93} = 200284,914 \text{ руб. на 1 автобус в год}$$

$C_{\text{ПН}} = \frac{200284,914}{68750} = 2.913 \text{руб./км. или } 2913 \text{ руб./ } 1000 \text{ км. или } 647 \text{ руб./в}$   
день

Потеря выручки (дохода) при сходе ТС с линии по данным на 2013г.

$$C_{\text{выр}} = C_{\text{пот}} \cdot N_{\text{сх}} \quad (5.11)$$

где  $C_{\text{пот}}$  – потери в выручке за 1 сход АТС, руб..

$N_{\text{сх}}$  – количество сходов за год, месяц, день, ед..

$$C_{\text{выр}} = 700 \cdot 633 = 443\,100 \text{ руб. в год.}$$

Затраты при сходе на дизельное топливо (при возврате АТС на АТП и в линию), по данным технической характеристики АТС (автобус МАЗ-103) расход топлива составляет 25-28 л/100км, если  $\sum S = 15 \text{ км.}$  то  
 $Q_{\text{п}} = 15 \cdot 25 / 100 = 3,75 \approx 4 \text{ л.}$

$$C_{\text{ПОТДТ}} = Q_{\text{п}} \cdot C_{\text{ДТ}} \cdot N_{\text{сх}} \quad (5.12)$$

где  $Q_{\text{п}}$  – израсходованное топливо при нулевом пробеге при сходе АТС с линии, л.;

$C_{\text{ДТ}}$  – стоимость 1 литра дизельного топлива,  $C_{\text{ДТ}} = 47 \text{ руб.};$

$$C_{\text{ПОТДТ}} = 4 \cdot 47 \cdot 633 = 119004 \text{ руб. в год}$$

Суммарные потери АТП при сходе АТС с линии

$$\sum C_{\text{пот}} = C_{\text{сх}} + C_{\text{ПОТДТ}} + C_{\text{выр}} \quad (5.13)$$

$$\sum C_{\text{пот}} = 1463496 + 119004 + 443100 = 2025600 \text{ руб. в год}$$

Рекомендации по снижению эксплуатационных затрат в МП КПАТП №5 на 2019год.

Возможные варианты развития системы профилактики АТС

- минимизация сходов ТС с линии

При этом ТС не будут возвращаться на АТП, а выполнять свою функцию т.е. помимо снижения затрат при сходе ТС произойдет увеличении выручки (дохода) АТС от перевезенных пассажиров.

Экономический эффект следующий :

40% суммарных потерь приходится на двс , а именно 810240 руб. в год из них 30 % затрат приходится на топливную систему( в основном отказ приходится на форсунку ) 243072 руб. в год. Новый регламент ТО-2 увеличит суммарные затраты на ТО-2 АТП на 42336 руб. . Следовательно экономия составляет  $243072 - 42336 = 200736$  руб в год.



## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

- на основе сбора, обработки информации в автоматизированном исполнении создана база данных статистических показателей надежности для нормирования и управления системой профилактики по отказам элементов топливной системы

- изучена закономерность изменения диагностических параметров топливной форсунки

- изучено влияние неисправностей распылителей дизельных форсунок на эксплуатацию транспортного средства.

- разработана технология профилактики топливной системы по статистическим и диагностическим параметрам

- предложена диагностическая карта

- создан технический паспорт профилактики и план график проведения диагностических работ.

- карта безотказности элементов топливной системы, позволяющая по количественным характеристикам надежности прогнозировать ступени профилактики используя принцип равной долговечности замены элементов;

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Диагностическая карта для выполнения ТО-1

Автобус: МАЗ  
\_\_\_\_\_ 2018г.

Гос. № \_\_\_\_\_

Показание спидометра: \_\_\_\_\_  
мин.

Дата «\_\_\_\_\_»

Время начала работ \_\_\_\_\_ ч. \_\_\_\_\_

Ф.И.О. водителя: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ ч. \_\_\_\_\_ ми

Время окончания работ

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Диагностическая карта для выполнения ТО-2

Автобус: МАЗ Дата « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018г.

Гос. № \_\_\_\_\_

Показание спидометра: \_\_\_\_\_ Время начала работ \_\_\_\_\_ ч. \_\_\_\_\_ мин.

Ф.И.О. водителя: \_\_\_\_\_ Время окончания работ \_\_\_\_\_ ч. \_\_\_\_\_ мин.

| № | Наименование выполняемых работ   | +/-) |
|---|--|------|
|   | <b>Слесарные работы</b>  |      |
|   | <b>Проверить:</b>  |      |
|   | - состояние и герметичность соединений впускного тракта от воздушного фильтра к двигателю, приборов и трубопроводов систем питания топливом, смазки, охлаждения, отопления, системы гидроусилителя рулевого управления |      |
|   | - воздушный фильтр и сменный фильтрующий элемент, при необходимости произвести очистку   |      |
|   | - герметичность всех контуров пневмосистем привода тормозов автобуса, пневмосистем потребителей сжатого воздуха, амортизаторов, соединений и уплотнений картера ведущего моста, ступиц колес, коробки передач          |      |
|   | - функционирование блока подготовки сжатого воздуха (осушителя воздуха и влагомаслоотделителя), наличие конденсата в пневмосистеме   |      |
|   | - состояние сапунов ведущего моста и коробки передач, при необходимости очистить   |      |
|   | <b>Проверить и при необходимости отрегулировать:</b>   |      |
|   | - привода масляного насоса ГУР   |      |
|   | - привод подачи топлива и остановки двигателя  |      |
|   | - положение кузова   |      |
|   | <b>Проверить и довести до нормы уровень:</b>   |      |
|   | - охлаждающей жидкости в расширительном бачке системы охлаждения   |      |
|   | - рабочей жидкости в бачке гидроусилителя рулевого управления  |      |
|   | - масла в угловом редукторе рулевого управления  |      |
|   | - масла в картере и колесных передачах ведущего моста  |      |
|   | - рабочей жидкости ГМП   |      |
|   | - масла в двигателе  |      |
|   | <b>Проверить состояние шарниров карданного вала и отсутствие люфта в них</b>   |      |
|   | <b>Слить отстой из фильтра грубой очистки топлива, влагоотделителя-фильтра грубой очистки топлива (при наличии)</b>  |      |
|   | <b>Слить отстой из топливного фильтра жидкостного подогревателя (при наличии, в холодное время года)</b>   |      |
|   | <b>Проверить крепление кронштейнов и амортизаторов подвески силового агрегата</b>  |      |
|   | <b>Проконтролировать затяжку гаек крепления фланцев карданного вала, гаек крепления колес</b>  |      |
|   | <b>Проверить люфт в шарнирах рулевых тяг и гидроусилителя, при необходимости заменить наконечники</b>  |      |
|   | <b>Проверить давление воздуха в шинах, при необходимости довести до нормы, проверить состояние дисков и ободьев колес</b>  |      |
|   | <b>Произвести смазку в соответствии с химмотологической картой</b>   |      |
|   | <b>Устранить выявленные неисправности</b>  |      |
|   | <b>Ф.И.О. исполнителя (ей), подпись:</b>   |      |
|   | <b>Электротехнические, аккумуляторные и диагностические работы</b>   |      |
|   | <b>Проверить внешним осмотром:</b>   |      |
|   | - состояние электропроводки (крепление пучков проводов, отсутствие их провисания и потертостей). Особое внимание обратить на жгуты в моторном отсеке и в отсеке АКБ  |      |
|   | - состояние и надежность крепления штекерных соединений  |      |
|   | - работу стеклоочистителя и омывателя ветрового стекла   |      |
|   | <b>Проверить состояние:</b>  |      |
|   | - затяжку гаек на силовых выводах генератора и стартера  |      |
|   | - работу вентиляторов системы отопления и вентиляции   |      |
|   | - блока коммутации   |      |
|   | - работу привода дверей, при необходимости отрегулировать  |      |
|   | <b>Проверить натяжение ремня привода генератора</b>  |      |
|   | <b>Проверить натяжение ремня привода вентилятора</b>   |      |
|   | <b>Проверить плотность и уровень электролита в АКБ</b>   |      |
|   | <b>Проверить и при необходимости отрегулировать световой поток фар</b>   |      |
|   | <b>Устранить выявленные неисправности</b>  |      |
|   | <b>Ф.И.О. исполнителя (ей), подпись:</b>   |      |
|   | <b>Проверить после обслуживания работу ДВС приборов, а также действие рулевого управления и тормозных систем контрольным пробегом или на посту диагностики</b>   |      |

| /п | Наименование выполняемых работ   | Отметка (+/-) |
|----|--|---------------|
|    | <b>Электротехнические и аккумуляторные работы</b>  |               |
|    | <b>Проверить:</b>  |               |
|    | - состояние электропроводки (крепление пучков проводов, отсутствие их провисания и потертостей). Особое внимание обратить на жгуты в моторном отсеке и в отсеке АКБ  |               |
|    | - состояние и надежность крепления штекерных соединений  |               |
|    | - работу стеклоочистителя и омывателя ветрового стекла   |               |
|    | - затяжку гаек на силовых выводах генератора и стартера  |               |
|    | - состояние блока коммутации   |               |
|    | - работу вентиляторов системы отопления и вентиляции   |               |
|    | - работу привода дверей, при необходимости отрегулировать  |               |
|    | - плотность и уровень электролита в АКБ  |               |
|    | - функционирование датчика уровня охлаждающей жидкости   |               |
|    | - работу ПЖД   |               |
|    | <b>Устранить неисправности</b>   |               |
|    | <b>Ф.И.О. исполнителя(ей), подпись:</b>  |               |
|    | <b>Слесарные работы</b>  |               |
|    | <b>Проверить:</b>  |               |
|    | - состояние и герметичность соединений впускного тракта от воздушного фильтра к двигателю; приборов и трубопроводов систем питания топливом; системы смазки; системы охлаждения; системы отопления; гидроусилителя рулевого управления; всех контуров пневмосистем привода тормозов автобуса; пневмосистем потребителей сжатого воздуха; амортизаторов; соединений и уплотнений картера ведущего моста, коробки передач и ступиц колес; муфты вентилятора; |               |
|    | - функционирование блока подготовки сжатого воздуха (осушителя воздуха и влагомаслоотделителя), наличие конденсата в пневмосистеме   |               |
|    | - состояние сапунов ведущего моста, коробки передач, двигателя, при необходимости очистить   |               |
|    | - положение кузова   |               |
|    | - крепление кронштейнов и амортизаторов подвески силового агрегата   |               |
|    | - затяжку гаек крепления фланцев карданного вала, гаек крепления колес   |               |
|    | - люфт в шарнирах рулевого управления, при необходимости заменить наконечники  |               |
|    | - давление воздуха в шинах, при необходимости довести до нормы, проверить состояние дисков и ободьев колес   |               |
|    | - крепление радиаторов, турбокомпрессора, выхлопной трубы, глушителя   |               |
|    | - состояние шарниров карданного вала и отсутствие люфта в них  |               |
|    | - правильность расположения заднего моста; состояние реактивных штанг передней и задней подвески; состояние центрального шарнира А-образной рамы; состояние А-образной рамы; отрегулировать люфт в подшипниках ступиц  |               |
|    | <b>Очистить сердцевины радиаторов от загрязнений</b>   |               |
|    | <b>Проверить и довести до нормы уровень:</b>   |               |
|    | - охлаждающей жидкости в расширительном бачке системы охлаждения (замена не реже одного раза в 2 года)   |               |
|    | - масла в бачке гидроусилителя рулевого управления (при каждом 2ТО-2 заменить масло, промыть фильтр)   |               |
|    | - масла в угловом редукторе рулевого управления  |               |
|    | - масла в картере и колесных передачах ведущего моста (замена при каждом 2ТО-2)  |               |
|    | - масла в коробке передач (замена через каждые 60 000 км. – минеральное, 120 000 км. – синтетическое масло)  |               |
|    | <b>Передняя ось и задний мост:</b>   |               |
|    | - Проверить люфт подшипников ступиц колес, заменить смазку в ступицах колес и произвести регулировку подшипников ступиц колес  |               |
|    | - Проверить люфт подшипников ступиц колес, шумность работы и нагрев картера моста колесных передач   |               |
|    | <b>Подвеска и колеса:</b>  |               |
|    | - Проверить внешним осмотром состояние пневмобаллонов, амортизаторов, реактивных штанг, поперечных рычагов и резинометаллических шарниров, затяжку крепежных деталей   |               |
|    | - Выполнить перестановку колес (при необходимости).  |               |
|    | <b>Рулевое управление. Проверить:</b>  |               |
|    | - внешним осмотром шплинтовку гаек шаровых пальцев, крепление сошки рулевого механизма и рычагов   |               |
|    | - отсутствие люфтов в шарнирах карданных валов рулевого управления   |               |
|    | <b>Тормозная система. Проверить:</b>   |               |
|    | - крепление воздушных ресиверов, тормозных камер и их кронштейнов, тормозных механизмов, регулировочных рычагов разжимных кулаков  |               |
|    | - функционирование пневмопривода тормозных систем, приведением в действие органов управления тормозами и контролем на клапанах контрольного вывода   |               |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | - толщину фрикционных накладок тормозных колодок   |  |
|  | <b>Произвести смазку в соответствии с химмотологической картой</b>   |  |
|  | <b>Ф.И.О. исполнителя(ей), подпись:</b>  |  |
|  | <b>Замена ГСМ и расходных материалов</b>   |  |
|  | <b>Заменить:</b>   |  |
|  | - масло ДВС  |  |
|  | - фильтры топливные  |  |
|  | - фильтр масляный  |  |
|  | - фильтр воздушный   |  |
|  | <b>Проверить привод подачи топлива и остановки двигателя</b>   |  |
|  | <b>Проконтролировать наличие отстоя, и при необходимости слить отстой из фильтра грубой очистки топлива</b>  |  |
|  | <b>Ф.И.О. исполнителя(ей), подпись:</b>  |  |
|  | <b>Кузовные работы</b>   |  |
|  | <b>Кузов:</b><br>Проверить: состояние уплотнителей дверей, состояние упоров осей нижних фиксаторов створок дверей; расположение створок дверей по высоте; состояние выдвижного основания аккумуляторных батарей; состояние и действие аварийно-вентиляционных люков; состояние резиновых петель крышек боковых отсеков; состояние пола и крышек люков; состояние обивки сидений и травмобезопасных валиков. Устранить неисправности. Закрепить: каркасы и спинки сидений; стойки и поручни; кронштейны ограждения стекол; оси направляющих роликов дверей; кронштейны направляющих роликов дверей; направляющие желоба роликов дверей. |  |
|  | <b>Ф.И.О. исполнителя(ей), подпись:</b>  |  |
|  | <b>Диагностические работы</b>  |  |
|  | <b>Проверить и при необходимости отрегулировать:</b>   |  |
|  | - натяжение ремней привода генератора, водяного насоса, топливного насоса, привода вентилятора (при приложении усилия 39 Н (4кгс) прогиб 10-15 мм.)  |  |
|  | - световой поток фар   |  |
|  | <b>Передняя ось. Проверить и при необходимости отрегулировать:</b>   |  |
|  | - углы установки передних колес  |  |
|  | - сходжение передних колес (1...2 мм.)   |  |
|  | <b>Рулевое управление:</b>   |  |
|  | - свободный ход и усилие поворота рулевого колеса при работающем двигателе   |  |
|  | - углы максимального поворота колес  |  |
|  | Диагностика ГМП<br>Ошибки:   |  |
|  | Диагностика ABS и ASR<br>Ошибки:   |  |
|  | Диагностика ДВС<br>Ошибки:   |  |
|  | <b>Ф.И.О. исполнителя(ей), подпись:</b>  |  |
|  | <b>После обслуживания проверить работу автобуса и его составных частей пробегом или на посту диагностики</b>   |  |
|  | <b>Ф.И.О. исполнителя, подпись:</b>  |  |

**Примечания:** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Начальник смены: \_\_\_\_\_

Водитель: \_\_\_\_\_

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### ПЕРЕЧЕНЬ И НОРМАТИВНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ (ПАРАМЕТРОВ) ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ ГАЗ-24, ГАЗ-53, ЗИЛ-130, ЛИАЗ-677 <\*>

-----

<\*>Составлен на основании утвержденных Минавтотрансом РСФСР руководящих материалов. Нормативные значения диагностических параметров автомобилей РД-200-РСФСР-0086-79. Нормативные значения параметров и перечень средств диагностирования содержатся в указанных материалах.

| N<br>п/п | Наименование<br>диагностических<br>параметров  | Единица<br>измерения | Предельные значения<br>диагностических параметров<br>для автомобилей |               |         |              |
|----------|--|----------------------|--|---------------|---------|--------------|
|          |  |                      | ГАЗ-53   | ЗИЛ-130       | ГАЗ-24  | ЛиАЗ-677     |
| 1        | 2  | 3                    | 4  | 5             | 6       | 7            |
| 1        | Мощность на ведущих колесах автомобиля на прямой передаче:<br>при V = 60 км/час<br>при V = 50 км/час<br>при V = 90 км/час  | л.с.                 | 50<br>48<br>-  | 70<br>60<br>- | -<br>30 | -<br>96<br>- |
| 2        | Мощность, затрачиваемая на прокручивание двигателя   | л.с.                 | 14   | 18            | 17      | -            |
| 3        | Общий уровень шума в кабине автомобиля   | дБ                   | 85   | 85            | 80      | 80           |
| 4        | Давление в масляной магистрали:<br>- на режиме холостого хода при частоте вращения коленчатого вала 500 об./мин.<br>- на режиме холостого хода при частоте вращения коленчатого вала 1000 об./мин. | кгс/кв. см           | 0,7 - 0,8  | 0,7 - 0,8     | 0,2     | 0,7 - 0,8    |
|          |  | кгс/кв. см           | 0,8  | 0,8           | -       | 2,0          |
| 5        | Погрешность спидометра   | %                    | -5 +10   | -5 +10        | -5 +10  | -5 +10       |
| 6        | Расход топлива<br>- на режиме холостого хода при частоте вращения коленчатого вала 500 об./мин.<br>- при работе под нагрузкой при скорости 50 км/час   | кг/час               | 2,5  | 2,5           | -       | 3,8          |
|          |  | кг/час               | 22   | 25            | 3,1     | 25,5         |
| 7        | Процентное содержание окиси углерода в отработавших газах при малой частоте вращения коленчатого вала двигателя на холостом ходу:<br>при большой частоте вращения коленчатого                      |                      |  |               |         |              |

по ГОСТ 12.2.03-77, см. п. 57

|    |  |           |                            |                            |                            |                            |
|----|--|-----------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
|    | го вала двигателя  |           |                            |                            |                            |                            |
| 8  | Минимально устойчивая частота вращения коленчатого вала двигателя  | об./мин.  | 500                        | 500                        | 500                        | 500                        |
| 9  | Давление, создаваемое топливным насосом  | кг/кв. см | 0,2 – 0,3                  | 0,3                        | 0,2                        | 0,3                        |
| 10 | Количество газов, прорывающихся в картер   | л/мин.    | 110                        | 120                        | 90                         | 130                        |
| 11 | Давление в конце сжатия (компрессия) в стартерном режиме   | кг/кв. см | 6,5                        | 6,5                        | 6,5                        | 6,5                        |
| 12 | Относительная негерметичность:<br>– цилиндров (числитель при В.М.Т.; знаменатель Н.М.Т.)<br>– клапанов   | %         | 25/15<br>10                | 40/25<br>15                | 15/5<br>5                  | 45/25<br>15                |
| 13 | Разряжение на впускном трубопроводе на холостом ходу двигателя   | мм.рт.    | 430                        | 430                        | 430                        | 430                        |
| 14 | Мощность, затрачиваемая на прокручивание трансмиссии и ведущих колес автомобиля  | л.с.      | 22                         | 26                         | 24                         | 35                         |
| 15 | Угловой зазор в карданной передаче   | град.     | 2                          | 3                          | 1                          | 2                          |
| 16 | Свободный ход педали сцепления   | мм        | 45                         | 35 – 50                    | 60                         | –                          |
| 17 | Биеение карданного вала  | мм        | 1,2                        | 1,5                        | 0,3                        | 1,0                        |
| 18 | Суммарный люфт главной передачи  | град.     | 35                         | 40                         | 20                         | 40                         |
| 19 | Суммарный люфт коробки передач:<br>– на 1 передаче<br>– на 2 передаче<br>– на 3 передаче<br>– на 4 передаче<br>– на 5 передаче<br>– задний ход | град.     | 4<br>5<br>7<br>8<br>–<br>4 | 4<br>6<br>7<br>9<br>9<br>5 | –<br>–<br>–<br>–<br>–<br>– | 7<br>–<br>–<br>–<br>–<br>5 |
| 20 | Сила трения в рулевом механизме  | кгс       | 4                          | 6                          | 4                          | 6                          |
| 21 | Люфт рулевого колеса   | град.     | 20                         | 20                         | 10                         | 12                         |

|     |  |            |   |                   |                  |                       |
|-----|--|------------|---|-------------------|------------------|-----------------------|
| 22  | Люфт шарниров рулевых тяг  |            | не допускается                                |                   |                  |                       |
| 23  | Боковая сила на передних колесах при периодичности контроля и регулировки:<br>а) ТО-1<br>б) ТО-2   | кгс        | 4 - 2<br>9 - 6                                | 10 - 4<br>15 - 12 | 6<br>-           | 8 - 10<br>16 - 20     |
| 24  | Люфт шкворневых соединений:<br>а) радиальный<br>б) осевой  | мм<br>мм   | 0,75<br>1,5                                   | 0,75<br>1,5       | 0,2<br>0,3       | 0,75<br>1,5           |
| 25  | Перекос осей   | мм         | 20  | 20                | 15               | 30                    |
| 26  | Биение колес (измеряется по диску)   | мм         | 4   | 5                 | 2                | 8                     |
| 27  | Давление воздуха в шинах   | кгс/кв. см | Согласно действующим правилам по эксплуатации |                   |                  |                       |
| 28  | Угол развала колес   | мин.       | 20  | 15                | +/-<br>0 30      | 0 30                  |
| 29  | Угол продольного наклона шкворня   | град.      | 1,0   | 0,5               | 1                | 1                     |
| 29а | Схождение  | мм         | 1,5 -<br>3,0                                  | 2,0 -<br>5,0      | 1,5 -<br>3,0     | 4,0 -<br>6,0          |
| 30  | Угол поперечного наклона шкворня   | град.      | 13  | 14                | -                | 14                    |
| 31  | Угол поворота наружного колеса при повороте внутреннего на 20 град.  |            | 17° -<br>18°                                  | 17°30 -<br>18°30  | -                | 18° -<br>19°          |
| 32  | Свободный ход педали тормоза:<br>а) с гидравлическим приводом<br>б) с пневматическим приводом:<br>- с одинарным краном<br>- с комбинированным краном | мм         | 4<br><br>-<br>-                               | -<br><br>25<br>60 | 16<br><br>-<br>- | -<br><br>-<br>15 - 20 |
| 33  | Время повышения давления в тормозной системе от 1 до 6 кгс/кв. см  | мин.       | -   | 2,0               | -                | 2,5                   |
| 34  | Погрешность показания манометра  | кгс/кв. см | -   | 0,5               | -                | 0,5                   |
| 35  | Падение давления воздуха в тормозной системе при одном нажатии на педаль (при работающем   | кгс/кв. см | -   | 0,6               | -                | 0,6                   |



|    |   |                   |             |             |            |            |
|----|---|-------------------|-------------|-------------|------------|------------|
|    | двигателе)  |                   |             |             |            |            |
| 36 | Ход штоков тормозных камер:<br>- передних колес<br>- задних колес   | мм                | -<br>-<br>- | 25<br>30    | -<br>-     | 15<br>30   |
| 37 | Давление воздуха в тормозной системе  | кгс/кв. см        | -           | 6,0         | -          | 6,0        |
| 38 | Усилие для прокручивания незаторможенных колес:<br>а) передних<br>б) задних   | кгс               |             |             |            |            |
|    |   |                   | 40<br>50    | 40<br>70    | 15<br>20   | 40<br>60   |
| 39 | Усилие на тормозной педали (давление в приводе), затрачиваемое для прижатия колодок к:<br>тормозному барабану без усилителя | кг<br>кгс/кв. см  | 14<br>-     | -<br>0,5    | 14<br>-    | -<br>0,5   |
| 40 | Усилие на тормозной педали (давление в приводе при нормативном значении тормозной силы)                                     | кгс<br>кгс/кв. см | 70<br>-     | 30<br>4,0   | 70<br>-    | 30<br>4,0  |
| 41 | Тормозная сила в колесах:<br>а) передних<br>б) задних   | кгс               | 350<br>450  | 450<br>600  | 170<br>170 | 800<br>800 |
| 42 | Неодновременность срабатывания тормозов колес одной оси:<br>разность тормозных сил левого и правого колес                   | сек.<br>%         | 0,06<br>15  | 0,1<br>15   | 0,06<br>15 | 0,1<br>15  |
| 43 | Время срабатывания тормозного привода   | сек.              | 0,23        | 0,4         | 0,2        | 0,5        |
| 44 | Тормозная сила стояночного тормоза  | кгс               | 900         | 1000        | 400        | 2000       |
| 45 | Напряжение катушки зажигания  | кВ                | 17 -<br>20  | 17 -<br>20  | 20         | 18         |
| 46 | Пробивное напряжение в свечах   | кВ                | 7,5 -<br>10 | 7,5 -<br>10 | 4          | 6,5        |
| 47 | Напряжение аккумуляторной батареи (при запуске двигателя стартером)   | В                 | 10,2        | 10,2        | 10         | 10,2       |
| 48 | Напряжение электро-   | В                 | 13,8 -      | 13,8 -      | 13,8 -     | 13,8 -     |

|    |   |       |         |         |           |           |
|----|---|-------|---------|---------|-----------|-----------|
|    | сети автомобиля при частоте вращения коленчатого вала 1500 - 2000 об./мин.                                      |       | 14,8    | 14,8    | 14,8      | 14,8      |
| 49 | Угол замкнутого состояния контактов прерывателя   | град. | 30 - 32 | 30 - 33 | 40        | 28 - 32   |
| 50 | Биение вала прерывателя-распределителя  | град. | 4 - 5   | 3 - 5   | +/- 1,5   | 5         |
| 51 | Начальная установка угла опережения зажигания   | град. | 4       | 9 - 11  | +/- 1,5   | 9 - 11    |
| 52 | Суммарный угол опережения зажигания в режиме холостого хода при частоте вращения коленчатого вала 1000 об./мин. | град. | 18 - 24 | 26 - 32 | 16 - 19   | 28        |
| 53 | Угол опережения зажигания, создаваемый центробежным регулятором (при отключенном вакуумном) при:                |       |         |         |           |           |
|    | - частоте вращения коленчатого вала 1000 об./мин.   | град. | 8 - 10  | 14 - 30 | 10 - 14   | 14 - 19   |
|    | - частоте вращения коленчатого вала 2400 об./мин.   | град. | 21 - 26 | 32 - 38 | 23 - 27   | 32 - 38   |
| 54 | Зазор между контактами прерывателя  | мм    | 0,45    | 0,45    | 0,45      | 0,3 - 0,4 |
| 55 | Падение напряжения на контактах прерывателя   | В     | 0,1     | 0,2     | 0,2       | 0,2       |
| 56 | Угол опережения зажигания от работы вакуумного регулятора при разряжении 200 мм рт. ст.                         | град. | 4 - 7   | 5 - 7   | 5,5 - 8,5 | 6,5 - 9,5 |
| 57 | Процентное содержание окиси углерода в отработавших газах по ГОСТ 17.2.2.03-77                                  |       |         |         |           |           |

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Техническая эксплуатация автомобилей: Учеб. для вузов/ Г.В. Крамаренко, А.М. Шейнин, В.А. Зарубкин, Г.М. Надольский и др.; Под ред. Г.В. Крамаренко. М.: Транспорт, 1972. 436 с.
2. А.М. Шейнин. Алгоритмы и программы решения оптимальных задач надёжности машин. М.: МАДИ, 1987. 112 с.
3. Мирошников Л. В. Методы и средства диагностики автомобиля/Автомобильный транспорт. 1979. №1. С.13
4. Говорущенко Н.Я. Диагностика и прогнозирование - перспективный путь развития технической эксплуатации автомобилей // Автомобильный транспорт. 1989. №12. С.1-3.
5. Шабуров В.Н. Оптимизация комплекта оборудования для предприятий, проводящих государственный технический осмотр автотранспорта с применением средств технического диагностирования. г.Тюмень. 2005 г.
6. Болдин Адольф Петрович. Научные основы разработки и использования систем внешнего и встроенного диагностирования на автомобильном транспорте (г. Москва, 1993 г.).
7. Бондарев Д.С. Анализ и прогнозирования технического состояния топливной аппаратуры. (г. Саратов 2016 г.)
8. Пат. 5386721 США, МКИ6 G 01 M 15/00 Устройство диагностики системы топливоподачи. Diagnostictool : / Alvizar J. G.— № 151959 ; Заявлено 15.11.93 ; Опубл. 7.2.95 ; НКИ 73/116.
9. Зубрицкас И. И Компьютерное диагностирование и его преимущества. 2013 г.
10. Васильев В. И.. Математические модели в исследованиях сложных систем / Г.Д. Кокорев // Научно-технический сборник №10. Рязань: ВАИ, 2000. С 8-12.
11. Реферативный журнал "Автомобили и городской транспорт", 09.01-02Б.71. Ремонтопригодность, методы и средства проверки технического состояния устройств.

12. Реферативный журнал "Автомобили и городской транспорт", 10.03-02Б.29. Автотранспортная информационная система.
13. Реферативный журнал "Автомобили и городской транспорт", 08.02-02Б.96. Многофункциональная АЗС
14. Техническая эксплуатация, надежность и совершенствование автомобилей : [Сб. статей] / Под ред. Прокопьева В. Н. - Челябинск : ЧПИ, 1980. - 118 с. : ил.; 21 см. - (Темат. сб. науч. тр. : / / Челяб. политехн. ин-т им. Ленинского комсомола. N 248;
15. Лянденбургский В.В. Логический подход к определению вероятностнологического коэффициента поиска неисправностей автомобилей.(г.Пенза,2004)
16. Успенский Иван Алексеевич. Методика построения матрицы состояний диагностических параметров тормозной системы автомобиля.(г.Рязань,2014)
17. А.А. Долгушин .Оперативный контроль технического состояния систем топливоподачи дизелей(г.Новосибирск,2006)
18. Грунтович Н.В. Вибродиагностирование топливных форсунок на работающем двигателе.(г.Брянск,2016)
19. Каргбо С. Разработка методики оперативного управления периодичностью технических воздействий по элементам автомобилей :На примере городского автобусного транспорта. г.Владимир. 2003г. [www.dissercat.com/content/razrabotka-metodiki-operativnogo-upravleniya](http://www.dissercat.com/content/razrabotka-metodiki-operativnogo-upravleniya)
20. Верхорубов В.В. Разработка методики оптимизации мощности и структуры зон текущего ремонта пассажирских транспортных средств в автотранспортных предприятиях. г.Вологда. 2010г. [www.dissercat.com/content/razrabotka-metodiki-optimizatsii-moshchnosti-i-struktury-zon-tekushchego-remonta-passazhirsk](http://www.dissercat.com/content/razrabotka-metodiki-optimizatsii-moshchnosti-i-struktury-zon-tekushchego-remonta-passazhirsk)
21. Булгаков Н.Ф. Статистические модели оптимизации и управления эксплуатационной надежностью автотранспортных средств. Дисс. На соиск. Уч.степ д.т.н. Красноярск 2000.

22. Булгаков Н.Ф., Бурхиев Ц.Ц. Управление качеством профилактики автотранспортных средств. - Красноярск: КГТУ, 2002.-184с.
23. Булгаков Н.Ф., Олейников А.В. Исследование безотказности долговечности газобаллонных автомобилей на базе автоколонны № 2038 г. Абакана // Вестник ХТИ-фил. КГТУ.-2003.-№15.-с.98-105.
24. ГОСТ 27.503-81 Надежность в технике. Система сбора и обработки информации. Методы оценки показателей надежности.
25. ГОСТ 13377-75 Надежность в технике. Термины и определения.
26. Диагностика технического состояния автомобилей Н.Я. Говорущенко. - М: Транспорт. - 1970, 256 с.
27. Игнатов В.А. и др. Прогнозирование оптимального обслуживания технических систем. - Киев: Знание, 1981.-24с.
28. Кузнецов Е.С. Управление техническими системами. Учеб. Пособие. - М:МАДИ (ТУ), 1999. – 202с.
29. Лукинский В.С., Зайцев Е.И. Прогнозирование надежности автомобилей. - Ленинград: Политехника, 1991.-238с.
30. Лукинский В.С. и др. Модели и алгоритмы управления обслуживанием и ремонтом автотранспортных средств: Учеб.пособие.- СПб: СПбГИЭА, 1997.-122с..
31. Напольский Г.М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций обслуживания. - М: Транспорт, 1985.-232с.
32. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта. - М: Транспорт, 1988. – 73с.
33. ОНТП-01-91 Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта
34. Обозов. А. А. Развитие методов и систем технического диагностирования / А.А. Обозов, В.И. Таричко // Двигателестроение. – 2012. –№ 4 (250). – С. 30 – 34
35. Трелин А.А. Основные показатели технического состояния форсунок - давление начала впрыска, качество распыливания топлива, герметичность и пропускная способность / А.А. Трелин, К.В. Трелина // Труды ГОСНИТИ. – 2007. Т. 99. – С. 61-63.

36. Файнлейб Б. Н. Топливная аппаратура автотракторных дизелей / Б. Н. Файнлейб. // Справочное издание. Ленинград 1990. — 352с.
37. Зеленихин А.И. Исследование процесса коксования сопловых отверстий распылителей при работе дизеля на бензодизельной смеси / А.И. Зеленихин. // – Ленинград: ОНТИ ЦНИТА, 1966. – Вып.29. – С.6-12.
38. Кукис В. С. Стабилизация регулировочных параметров форсунок форсированных дизелей / В.С. Кукис, В.А. Романов // Тр. Международного Форума по проблемам науки, техники и образования. - Москва: Академия наук о земле, 2005. - С. 110-111.
39. Лаврик А. Н. Анализ факторов, влияющих на закоксовывание сопловых отверстий распылителей топливных форсунок дизелей / А. Н. Лаврик, А. С. Теремов, В.Е.Лазарев // Повышение эффективности силовых установок колесных и гусеничных машин. – Челябинск: ЧВАИ, 2001.– С. 31–37
40. Булгаков Н.Ф., Бурхиев Ц.Ц. Управление качеством профилактики АТС. Моделирование и оптимизация. Красноярск: КГТУ, 2002. 164 с.
41. Булгаков Н.Ф., Коваленко В.В., Шалимов С.Н. Модель проектирования технического регламента профилактики сложных систем (на примере эксплуатации городского пассажирского транспорта Сибири) // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 5; URL: <http://www.science-education.ru/105-7277> (дата обращения: 26.10.2012).
42. Булгаков Н.Ф., Коваленко В.В., Шалимов С. Н. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2007613059 “Модель автоматизированного управления информационным обеспечением системы профилактики”, зарег. 06.07.2010 г. – 1с.
43. Булгаков Н.Ф., Коваленко В.В., Сиренко Л.Н., М.А. Сысоев, Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ №2007613059 “Модель статистического оценивания характеристик надежности и эффективности”, зарегистрировано 17.07. 2007 г. – 1 с.
44. Булгаков Н.Ф., Коваленко В.В., Сиренко Л.Н. Свидетельство №2009612900 от 4 июня 2009 г. “Модель проектирования регламента профилактики ” - 1 с.
45. Булгаков, Н.Ф. Мониторинг, оценка и проектирование системы профилактики на транспорте // Коваленко, В.В.; Булгаков, Н.Ф.; Махова, Е.Г.; Латкин, П.С. Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Техника и технологии. 2016. Т. 8. № 7. С. 941-947

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический  
институт  
Транспорта  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

И.М. Блянкинштейн

подпись

инициалы, фамилия

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_ 20 19 г.

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

**Стратегия управления системой профилактики по диагностическим  
показателям**

тема

23.04.03 "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов"

код и наименование направления

23.04.03.02 "Профилактика, надежность и безопасность на транспорте"

код и наименование магистерской программы

Научный руководитель

подпись, дата

д.т.н. профессор

должность, ученая степень

Н.Ф. Булгаков

инициалы, фамилия

Магистрант

подпись, дата

С.А. Полянцев

инициалы, фамилия

Рецензент

подпись, дата

и .о. директора

МП КПАТП № 5

С.Н. Шалимов

должность, ученая степень    инициалы, фамилия

Красноярск 2019